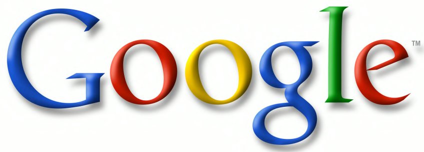
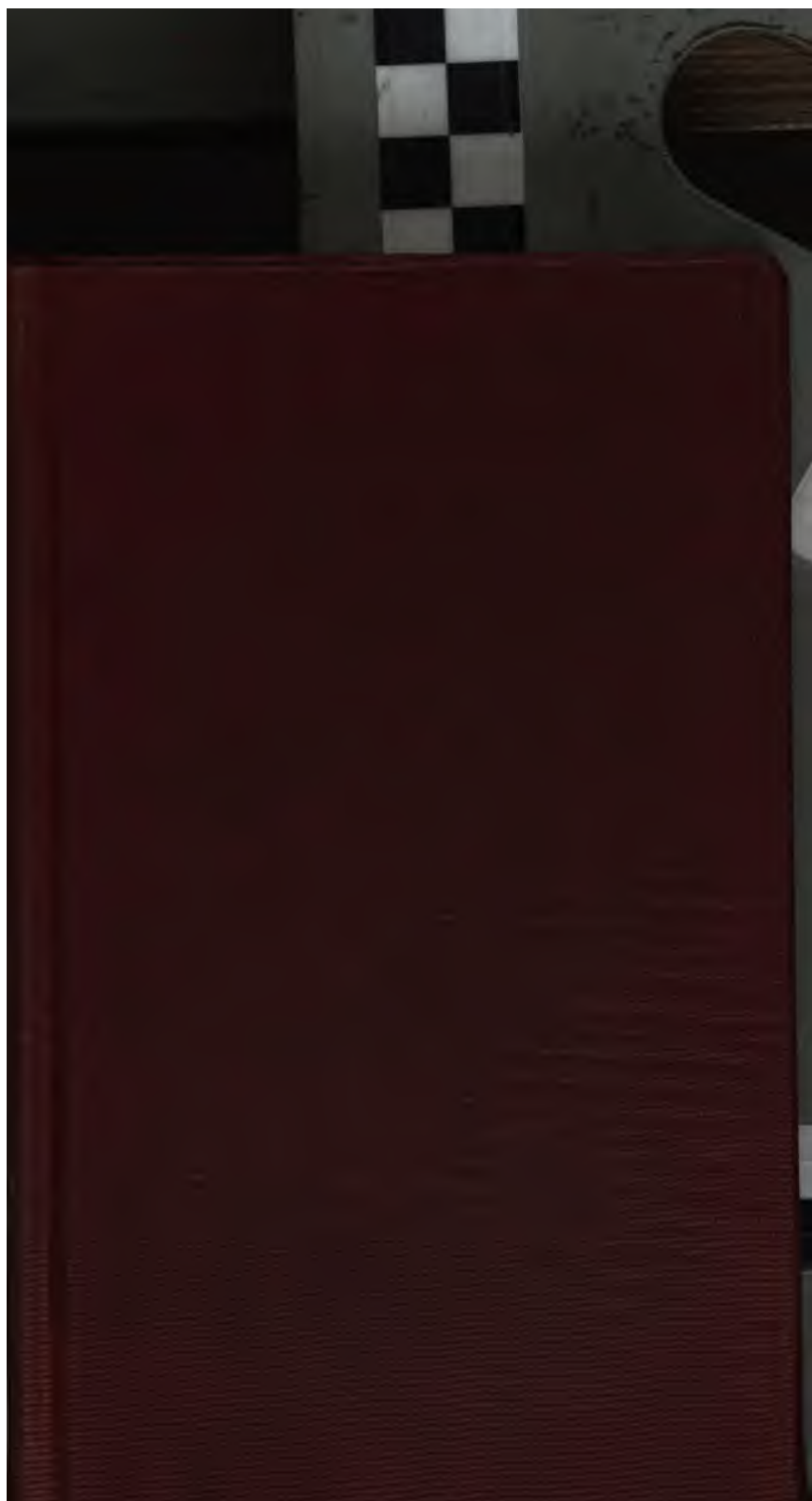






Neuer
Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit
Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben
von
einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.



Einundsiebenzigster Band.
Verdam's angewandte Werkzeugswissenschaft und Mechanik.
Vierten Theiles vierte und letzte Abtheilung.

Weimar, 1837.
Druck, Lithographie und Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Grundsätze
der angewandten
Werkzeugswissenschaft und Mechanik
oder
allgemeine Grundregeln, nach welchen alle Gattungen von Werkzeugen und Maschinen nach den Erfordernissen des praktischen Betriebes zusammengesetzt und angewandt werden.

Ein
populäres Hand- und Lehrbuch
für
ausübende Maschinenbaumeister und Gewerbsschulen.

In vier Theilen.

Vierten Theiles
vierte und letzte Abtheilung,
enthaltend den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von
G. J. Verdam,
vormal. Professor der praktischen Mechanik und Direktor der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt
von
Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Mit 141 Abbildungen auf 6 Tafeln.

Weimar, 1837.
Druck, Lithographie und Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Die Grundsätze

nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind.

Ein

populäres Hand- und Lehrbuch

für

Maschinenbaumeister, Fabrikbesitzer und Gewerbsschulen.

Vierte und letzte Abtheilung,

enthaltend

den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von

G. J. Verdam,

vormal. Professor der praktischen Mechanik und Director der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt

von

Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Weimar, 1837.

Druck, Lithographie und Verlag von B. Fr. Voigt.



Inhalt.

Vierte und letzte Abtheilung.

Praktischer Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besondern Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

(Beschluß der dritten Abtheilung.)

Drittes Kapitel.

Ueber den Treibcylinder und die Dampfkolben.

Viertes Kapitel.

Ueber die mechanischen Einrichtungen oder Mittel, durch welche die geregelte Strömung des Dampfes sowohl in, als aus dem Cylinder bewirkt wird.



Drittes Kapitel.

Ueber den Treibcylinder und über die Dampfkolben.

---

§. I.

Ueber den Treibcylinder.

Bei specieller Betrachtung des Treibcylinders muß man berücksichtigen: 1) seine Größe, d. h. seine Dimension in der Weite, Länge und Metallstärke; 2) die Größe der Dampföffnungen; 3) seine besondere Einrichtung, wie auch diejenige des Deckels und Bodens; 4) die Einrichtung der Hanfliderung im Cylinderdeckel und 5) die Bekleidungsart des Cylinders, wodurch die Abkühlung des Dampfes so viel wie möglich verhindert werden soll.

193. a) Dimensionen des Treibcylinders. Die Weite eines Dampf- oder Treibcylinders ist ganz und gar durch das Caliber der Maschine bestimmt, zu welcher er gehören soll. Wenn nun dieses Caliber, das Maas des Dampfdruckes, die Geschwindigkeit des Kolbens und die Art der Maschine gegeben sind, so wird die Weite des Cylinders berechnet nach den Regeln und Grundsätzen, welche im ersten Kapitel der zweiten Abtheilung §. VI., ferner im zweiten Kapitel §. III. und im dritten Kapitel §. III. und IV. entwickelt worden sind.

Die Länge eines Treibcylinders und wohl zu verstehen, die Länge im Lichten vom Deckel bis zum Boden gerechnet, ist gleich der Länge des Kolbenzuges + der Dicke (und zwar der größten Dicke im Dunkeln) des Kolbens + der Abstände, welche zwischen Deckel und Boden und den beiden Flächen des Kolbens noch vorhanden sein müssen, sobald letzterer in seinem höchsten oder tiefsten Stande sich befindet. Die Länge des Kolbenzuges ist ganz abhängig von den Umständen des Ortes und von besondern Rücksichten. Eine geringe Extension in der Höhe oder Länge der Oertlichkeit (je nachdem nämlich der Treibcylinder eine aufrechte, eine horizontale oder eine schräge Stellung einnehmen soll, bedingt einen kurzen Kolbenzug. Soll ohne Anwendung von Räderwerk die Anzahl der Umläufe der Welle des Schwungrades groß sein, so macht sich ein kurzer Kolbenzug nothwendig. Ist es zur Ueberwindung von einigem Widerstand vortheilhaft, die Welle des Schwungrades mit einem langen Hebelarm in Umdrehung zu versetzen, so muß für diesen Zweck die Kurbel und deshalb auch der Kolbenzug länger genommen werden. Hat man keine rund umlaufende Bewegung fortzupflanzen, so gewährt ein langer Kolbenzug vor einem kurzen häufig wesentliche Vortheile; auch wird schon an und für sich (einige Umstände nicht berücksichtigt) der Verlust an Dampf und Kraft in dem Verhältnisse kleiner, in welchem der Kolbenzug größer wird. Wenn die Bestimmung der Länge des Kolbenzuges in keiner Hinsicht weder von der Oertlichkeit, noch von der Art der Maschine ꝛc. abhängt, ist es (der Ersparniß des Dampfes halber, der sonst bei einer größern Oberfläche durch Abkühlung und in den Räumen zwischen Deckel und Boden und dem Kolben, sobald dieser in seinem höchsten oder tiefsten Stande sich befindet, verloren geht)

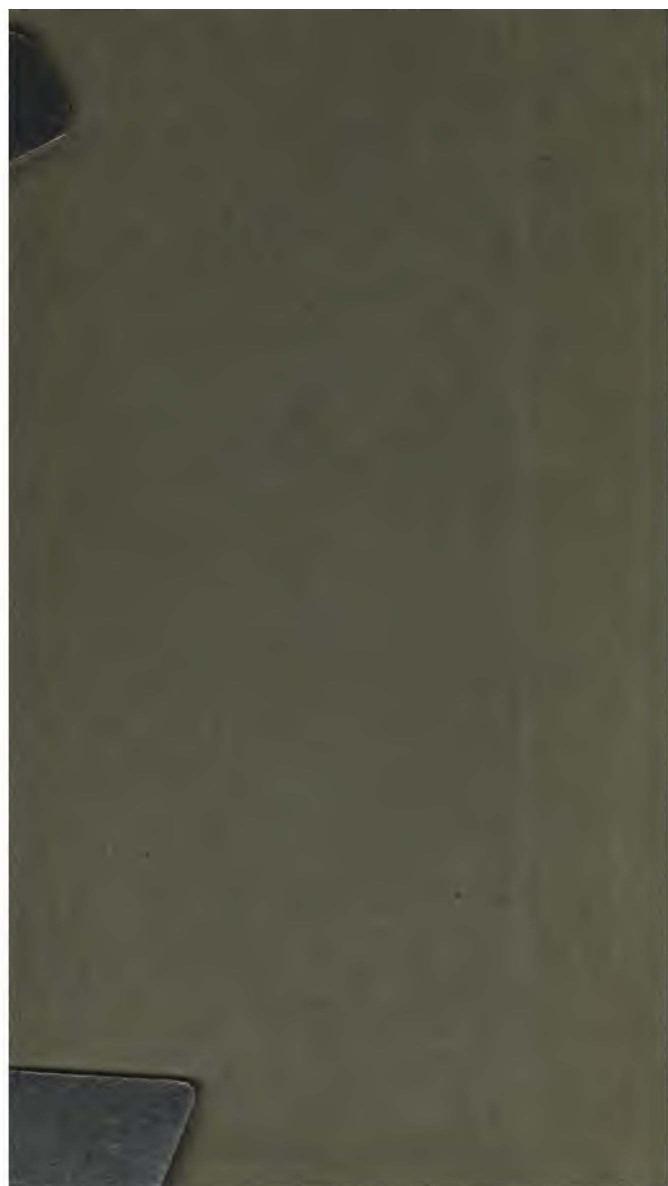
häufig nicht unvortheilhaft, dem Kolbenzuge die doppelte Länge des Treibcylinderdurchmessers zu geben.

Die Dicke des Kolbens rechne man gleich der größten Entfernung seiner beiden Flächen und vermehre im Nothfalle diese Dicke noch um diejenige der Köpfe, der vorragenden Schraubenbolzen u. s. w., alles nach den Angaben und Bestimmungen, welche in diesem Betreff der §. II. dieses Kapitels enthält.

Damit der Kolben weder am Boden noch am Deckel des Cylinders anstoße, wenn er in der einen oder der andern Richtung das Ende seines Zuges erreicht, muß zwischen seinen Flächen und dem Deckel wie dem Boden des Cylinders immer ein gewisser Raum übrig bleiben. Läßt die Einrichtung des Treibcylinders und die Anbringung der Dampföffnungen dieses zu, so möge dieser Raum 10 bis 15 niederländische Linien (Millimeter) nicht überschreiten, weil sonst der Dampfverlust zu beträchtlich werden könnte, denn bei jedem Kolbenzuge geht die ganze in den genannten Räumen enthaltene Dampfquantität nutzlos verloren.

Die Länge des Treibcylinders im Dunkeln hängt mehr oder weniger ab von seiner besondern Einrichtung und sodann auch von dem Umstande, wie Deckel und Boden mit ihm verbunden sind, was aus den weiter unten folgenden Beschreibungen erhellen wird. Im Durchschnitt kann man indessen annehmen, daß die Länge im Dunkeln gleich sei der Länge im Lichten + der Tiefe des Deckels und Bodens, insofern diese in den Cylinder eingelassen sind.

Zur Bestimmung der Metallstärke des Körpers des Treibcylinders, wie auch seines Deckels und Bodens müssen die im ersten Kapitel dieser Abtheilung §. VI entwickelten Formeln (I) und (VI) benutzt werden. Nennt man den Durchmesser des



eben so viele besondere Verstärkungen betrachten, durch welche man häufig im Stande ist, die Metallstärke auf $\frac{2}{3}$ zu reduciren. Sie sind besonders zweckmäßig an Cylindern von großer Weite und Länge und an solchen, deren Metallstärke zu beträchtlich genommen werden muß. Auch werden sie häufig angebracht in den Ecken unter und über den ebenen obern und untern Rändern, welche dadurch ungemeine Verstärkung erhalten. Die Dicke dieser Ränder kann der Metallstärke des Treibcylinders und die Breite ungefähr der dreifachen Dicke der Schraubenbolzen gleichgenommen werden, durch welche Deckel und Boden mit dem Cylinder verbunden werden. Dieses ist auch anwendbar auf die Ränder des Deckels und des Bodens.

Manchmal gibt man dem Cylinder auch die Gestalt einer kurzen cannelirten Säule, und so kann man zur Verzierung, des bessern Ansehns halber u. s. w. noch andere Formen erdenken, wenn nur nicht zum Nachtheil der Metallstärke.

Der Cylinderdeckel bedarf wegen seiner besondern Form und wegen der Anbringung der Hanfliderung häufig keine weitere Verstärkung, wenn der Treibcylinder keinen großen Durchmesser hat. Im entgegengesetzten Falle läßt sich mittelst 6 oder mehrern Kreuzrippen oder Radien, die vom äußern Umfange der Hanfliderung nach dem innern Umfange des Cylinderdeckelrandes laufen, eine Verstärkung anbringen und dasselbe gilt auch für den Boden des Cylinders, wenn nicht bereits eine Verstärkung durch seine besondere Stellung und Einrichtung vorhanden ist (siehe z. B. Fig. 118 und 119 Taf. XII, wie auch die Einrichtungen von Cylindern, welche weiter unten angegeben werden).

b) D i c k e d e r S c h r a u b e n b o l z e n z u r V e r b i n d u n g d e s D e c k e l s u n d B o d e n s m i t d e m T r e i b c y l i n d e r. Wenn die Dicke im Dunkeln eines

es ist indessen immer rathsam, diese Anzahl größer zu nehmen, sowohl um die Festigkeit der Verbindung, als auch um den guten Schluß zu befördern. Des bequemern Anschraubens halber bringt man die Schraubenmutter fast immer oben an, obschon es für den Cylinderdeckel z. B. besser sein würde, wenn das Anschrauben der Muttern unter dem Rande des Cylinders stattfände. In keinem Falle darf man die Schraubenmuttern gegen den Rand des Deckels oder des Cylinders anschrauben, ohne Dazwischenkunft eines eisernen Schließringes.

c) Größe der Dampföffnung. Der Quadratinhalt der Dampföffnungen kann etwas kleiner genommen werden, als der Quadratinhalt des Dampfrohrdurchschnittes; eine größere Dampföffnung hat jedoch immer den Vorzug vor einer kleinern, und wo es angeht, mache man die Größe der genannten Oeffnungen gleich dem Quadratinhalt des Dampfrohrdurchschnittes. Die Größe dieser Oeffnungen hängt auch häufig mehr oder weniger von der Einrichtung der Dampfschubladen, Dampfventile oder Dampfhähne ab u. s. w., ferner auch von der Regelmäßigkeit ihrer Bewegung, so daß z. B. die Dampföffnungen anderthalb Mal so groß, als der Durchschnitt des Dampfrohres genommen werden müßten, sobald man es für vortheilhaft halten würde, den Dampf schon eintreten zu lassen, durch eine Oeffnung, die dem Durchschnitte des Dampfrohres gleich ist, wenn die Schubladen oder Ventile nur $\frac{2}{3}$ ihres Laufes zurückgelegt haben.

Die Dampföffnungen sind rund oder viereckig. Dieses hängt zum Theil ab von der Art und Weise, wie das Einströmen und Ausströmen des Dampfes stattfindet, entweder durch Schubladen oder durch Ventile u. s. w. Meistentheils hat man es jedoch in der Willkühr, dieselben viereckig zu machen, so

Cylinder, Böden und Deckel machen immer drei besondere Stücke aus; denn, wenn es auch den Anschein haben sollte, daß der Boden mit dem Cylinder aus Einem Stück bestehen könne, so ist dieses doch der gehörigen Ausbohrung des Cylinders wegen nicht gut möglich.

Bei'm Gießen des Cylinders werden an der einen Seite dicht am Rande die Dampföffnungen O und O' Fig. 288 in seiner Wand angebracht, und meistentheils gießt man zugleich an die Oeffnungen die Mundstücke a b c, d e mit ebenen Rändern, gegen welche die Mündungen der Oeffnungen der Dampfkammer oder der Röhren, durch welche der Dampf abwechselnd unten und oben in den Cylinder strömen soll, festgeschraubt werden. Jedoch befindet sich die untere Dampföffnung nicht immer im Cylinder, denn sie kann auch im Boden angebracht sein, damit der Dampf bequemer ein- und ausströmen oder das Wasser aus dem Cylinder besser ablaufen möge, und zugleich auch, um den Körper des Cylinders die kleinstmögliche Länge zu geben. Wie diese Einrichtung zu treffen ist, kann man aus den Figuren der Durchschnitte der mit Mänteln versehenen Cylinder entnehmen, über welche sogleich ausführlicher gehandelt werden soll.

Durch die Abkühlung und durch die Verdichtung bei einem geschwind einströmenden Dampf pflegt im Cylinder sich immer einiges Wasser anzusammeln. Wenn dieses Wasser durch die Dampföffnungen ausfließen soll, so muß die Mündung der untersten Dampföffnung wenigstens eine wagerechte Richtung haben. Damit aber dieser Abfluß durch die untere Dampföffnung bequem von Statten gehe, ist es nützlich, daß deren Mündung eine nach außen abschüssige Richtung c b habe, und der Zug des Kolbens muß dann so regulirt werden, daß, wenn er sich in dem höchsten Stande befindet, seine Ober-

Neuer Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.



Einundsiebenzigster Band.

Verdam's angewandte Werkzeugswissenschaft und Mechanik.

Vierten Theiles vierte und letzte Abtheilung.

Weimar, 1837.

Druck, Lithographie und Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Grundsätze
der angewandten
Werkzeugswissenschaft und Mechanik
oder
allgemeine Grundregeln, nach welchen alle Gattungen von Werkzeugen und Maschinen nach den Erfordernissen des praktischen Betriebes zusammengesetzt und angewandt werden.

Ein
populäres Hand- und Lehrbuch
für
ausübende Maschinenbaumeister und Gewerbsschulen.

In vier Theilen.

Vierten Theiles
vierte und letzte Abtheilung,
enthaltend den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von
G. J. Verdam,
vormal. Professor der praktischen Mechanik und Direktor der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt
von
Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Mit 141 Abbildungen auf 6 Tafeln.

Weimar, 1837.
Druck, Lithographie und Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Die Grundsätze

nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind.

Ein

populäres Hand- und Lehrbuch

für

Maschinenbaumeister, Fabrikbesitzer und Gewerbsschulen.

Vierte und letzte Abtheilung,

enthaltend

den praktischen Theil, in welchem gehandelt wird über die besonderen Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

Von

G. J. Verdam,

vormal. Professor der praktischen Mechanik und Director der Schule zu Gravenhage.

Aus dem Holländischen übersetzt

von

Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Weimar, 1837.

Druck, Lithographie und Verlag von B. Fr. Voigt.

muß, ist mit dem Cylinderdeckel aus einem Stück gegossen; der Deckel dieser Büchse ist wieder ein besonderes Stück.

Der Durchmesser der genannten Oeffnung ist reichlich so groß, als der Durchmesser der Kolbenstange, so daß diese allein sich an der Liderung reibt und in der Oeffnung des Deckels der Stopfbüchse, von welchem die Hanfliderung angedrückt wird, seine Leitung empfängt. Gleichwohl ist es zu noch vollkommenerer Leitung der Kolbenstange sehr gebräuchlich, in den Boden der Stopfbüchse einen metallenen Ring aa Fig. 289 zu legen, der so knapp wie möglich an die Kolbenstange schließt und wodurch man zugleich verhindert, daß die Liderung zwischen der Kolbenstange und dem Umfange der Oeffnung im Deckel durchgedrückt werde. Diesem läßt sich zwar auch dadurch begegnen, daß man die Oeffnung im Cylinderdeckel nicht größer macht, als daß die Kolbenstange mit dem kleinsten Spielraume durch dieselbe Durchgang findet; aber die Kolbenstange wird immer mehr oder weniger Reibung am Umfange der Oeffnung erfahren, und diese Reibung oder Abnutzung ist geringer, wenn man über oder in die Oeffnung einen metallenen Ring oder eine metallene Büchse legt.

Die Höhe der Stopfbüchse sei so groß, daß man die Hanfzöpfe bis zu hinlänglicher Dicke in dieselbe einschrauben kann. Ist diese Dicke an Raum der halben Weite der Büchse gleich, so ist sie ausreichend für den Fall, wo der Dampf mit niederem Druck wirkt. Aber diese Dicke kann reichlich der ganzen Weite gleich genommen werden, sobald der Dampf einen hohen Druck ausübt (siehe Fig. 290 und 291) und dieses sowohl aus dem Grunde, weil Dampf von höherem Druck geschwinder durch eine dünne Schicht Hanfliderung durchdringt, als auch wegen der größern Hitze des Dampfes, welche die

Inhalt.

Vierte und letzte Abtheilung.

Praktischer Theil, in welchem gehandelt wird über die Dimensionen, wie auch über die besondern Einrichtungen und Formen der Bestandtheile der Dampfmaschinen.

(Beschluß der dritten Abtheilung.)

Drittes Kapitel.

Ueber den Treibcylinder und die Dampfkolben.

Viertes Kapitel.

Ueber die mechanischen Einrichtungen oder Mittel, durch welche die geregelte Strömung des Dampfes sowohl in, als aus dem Cylinder bewirkt wird.

Fünftes Kapitel.

Ueber den Condensator, die Luftpumpe und die Wasserpumpen.

Drittes Kapitel.

Ueber den Treibcylinder und über die Dampfkolben.

§. I.

Ueber den Treibcylinder.

Bei specieller Betrachtung des Treibcylinders muß man berücksichtigen: 1) seine Größe, d. h. seine Dimension in der Weite, Länge und Metallstärke; 2) die Größe der Dampföffnungen; 3) seine besondere Einrichtung, wie auch diejenige des Deckels und Bodens; 4) die Einrichtung der Hanfliderung im Cylinderdeckel und 5) die Bekleidungsart des Cylinders, wodurch die Abkühlung des Dampfes so viel wie möglich verhindert werden soll.

193. a) Dimensionen des Treibcylinders. Die Weite eines Dampf- oder Treibcylinders ist ganz und gar durch das Caliber der Maschine bestimmt, zu welcher er gehören soll. Wenn nun dieses Caliber, das Maas des Dampfdruckes, die Geschwindigkeit des Kolbens und die Art der Maschine gegeben sind, so wird die Weite des Cylinders berechnet nach den Regeln und Grundsätzen, welche im ersten Kapitel der zweiten Abtheilung §. VI., ferner im zweiten Kapitel §. III. und im dritten Kapitel §. III. und IV. entwickelt worden sind.

herabstimmt, so ist der oben erwähnte Verlust selten sehr beträchtlich. Da jedoch die Abkühlung in geradem Verhältnisse mit der Vergrößerung der Oberfläche und mit der Temperatur-Differenz zwischen der Cylinderwand und der umgebenden Luft zunimmt, so kann sie beträchtlich werden, wenn das Kaliber einer Maschine groß ist, oder wenn dieselbe der Strömung der äußern Luft ausgesetzt ist, oder in freier Luft steht, oder in noch höherem Grade, wenn diese beiden Umstände zugleich stattfinden. Deshalb ist ein Schutz gegen die Abkühlung, obgleich nicht in jedem Falle rathsam, doch aber wenigstens in den letzt genannten Fällen höchst nothwendig.

Die erste Vorsorge, um die Abkühlung zu vermindern, kann darin bestehen, daß die äußere Oberfläche des Cylinders vollkommen rund und nicht rauh, sondern so viel wie möglich glatt sei. Die Farbeschicht, welche in Folge des Anstriches den Cylinder bedeckt, verhindert die Abkühlung nicht, sondern kann dieselbe noch eher befördern, weniger jedoch, sobald sie glatt und glänzend, als wenn sie rauh und glanzlos ist; und wenn die Farbe weiß ist, noch weniger, als wenn der Cylinder schwarz ist. Es scheint jedoch gebräuchlich zu bleiben, den Cylinder, des gefälligern Ansehens wegen, schwarz anzustreichen.

Sehr häufig umgeben die Besitzer von Dampfmaschinen den Treibcylinder mit einer wollenen Decke, aber dieses lockt mehr Wärme nach außen, als es ohne dieses Verfahren der Fall sein würde. Der weiße Anstrich des Cylinders wäre bei weitem vorzüglicher, und noch besser würde es sein, den Cylinder mit einem Stück Segeltuch, oder mit dicken Hanfsträngen, oder mit Strängen aus Heu zu umwickeln und mit grober Leinwand zu überziehen.

Der Cylinder einer Dampfmaschine in freier Luft muß hauptsächlich vor Abkühlung gesichert wer-

den. Hierzu kann man eine mit Heu durchknetete Kalkschicht und außerdem einen Ueberzug von grober Leinwand am Cylinder wie am Deckel anwenden. Zuletzt gibt man noch einen Anstrich von Bleiweiß. Manchmal wird der Cylinder einer Maschine von großem Kaliber auch wohl ganz und gar eingemauert, wenn der Stand und die Form der Maschine dieses erlauben. Aber man kann den Cylinder noch durch einen schlechtern Wärmeleiter schützen, indem man ihn, wo es angeht, mit einem gut gefügten und gut gebundenen hölzernen Faß umgibt, welches von der äußern Wand des Cylinders einen gewissen Abstand hat und also einen Zwischenraum darbietet, den man mit trockener feiner weißer Torfasche dicht ausfüllt. Ein solcher Mantel des Cylinders soll bei gehöriger Unterhaltung desselben immer viel besser dem Zweck entsprechen und auch viel nützlicher sein, als ein eiserner Mantel, der nur wegen seiner Dauer und Festigkeit den Vorzug erlangt zu haben scheint.

Wenn ein Treibcylinder zum großen Theil im Dampfkessel sitzt (was manchmal, doch immer noch mehr bei einem kleinen Kaliber desselben der Fall ist, wenn z. B. die Maschine einen Wagen oder ein Boot fortbewegen soll), so ist ein Mantel natürlich unnöthig (wenigstens für den im Dampfkessel sitzenden Theil), weil er sich dann in den vortheilhaftesten Umständen zur Erhaltung der Temperatur des Dampfes befindet. Diesen Fall ausgenommen ist es, — wie auch früher bereits bemerkt und erläutert worden, — sehr gebräuchlich, den Cylinder einen eisernen Mantel zu geben, welcher aus einem größern Cylinder von Gußeisen oder auch wohl ganz einfach von Eisenblech besteht, den eigentlichen Dampfcylinder umgibt und einen Zwischenraum bildet, der mit Dampf ausgefüllt wird.

Nicht in jedem Falle können diese Umkleidungen des Cylinders in gleichem Grade dem Zweck entsprechen, die Temperatur des Dampfes im Cylinder so viel wie möglich auf demselben Grade zu erhalten. Es ist nämlich ein großer Unterschied, ob der Dampf, welcher zwischen den beiden Cylindern zur Erhaltung der Temperatur des arbeitenden Dampfes dienen soll, ob dieser Dampf, sage ich, aus dem Kessel kommt, um in dem genannten Zwischenraume zu bleiben; oder ob er aus dem Zwischenraume in den Cylinder übergehen und arbeiten soll; oder ob es der bereits benutzte Dampf ist, welcher durch den Zwischenraum in den Condensator strömt.

Im ersten Falle, wenn nämlich der Zwischenraum mit Dampf gefüllt erhalten wird, der weder durch- noch abfließt, — so daß der Zwischenraum mittelst einer besondern Röhre mit dem Dampfkessel oder mit dem Dampfrohre, nicht aber mit dem Cylinder in Verbindung steht (siehe z. B. Fig. 45 Taf. V.), — muß die Temperatur des Dampfes im Cylinder am wenigsten von derjenigen des Dampfes im Kessel verschieden sein, und auch die Abkühlung wird am kleinsten sein; aber der Dampf im Zwischenraume kühlt sich immer auch dadurch ab, daß die Wand des Mantels Wärme ausstrahlt, und geht auf Kosten des Brennstoffes verloren.

Im zweiten Fall ist der Zwischenraum gleichsam eine Verlängerung des Dampfrohres (vergleiche z. B. Fig. 49, 61 und 63 Taf. VI. und Fig. 114, 118 und 119 Taf. XII.). Der Dampf wird dann immer mehr oder weniger abgekühlt oder im Zwischenraume zu Wasser verdichtet, sowohl durch die Wand des Mantels, als auch durch sein starkes Einstreichen und Durchströmen längs den rauhen Wänden dieses *Zwischenraumes*. Er hat folglich im Treibcylinder

eine niedrigere Temperatur, als im Zwischenraume. Darum wird seine Temperatur im Cylinder immer gleichmäßig unterhalten; da sie jedoch niedriger ist, als bei der vorhergehenden Einrichtung, so steht es noch immer zu bezweifeln, ob es nicht besser und vortheilhafter sein würde, die vorhergehende Einrichtung anzuwenden und also den Zwischenraum mit Dampf zu füllen, welcher nicht durchströmt.

Ist es endlich der benutzte Dampf, der im Zwischenraume zur Unterhaltung der Temperatur dienen soll (siehe z. B. Fig. 46 Taf. V.), so hat dieser Dampf, wie im ersten Falle, immer eine niedrigere Temperatur (und welche häufiger viel niedriger ist) als diejenige des Dampfes im Cylinder. Aber die Abkühlung kann hierdurch nicht viel größer werden, und es geht dabei ganz und gar kein Dampf verloren, so daß diese Einrichtung vielleicht die vortheilhafteste ist.

Jedoch steht es nicht immer in unserm Belieben, diese Einrichtung anzuwenden, indem der Stand der Dampfmaschine und die Einrichtung der Dampfschubladen es häufig vorzüglicher erscheinen lassen, daß der Dampf erst den Zwischenraum durchströmt, ehe er im Cylinder arbeitet. In diesem Falle mag man seine Aufmerksamkeit immer noch auf eine besondere Bedeckung des Mantels richten, so daß man ihn mit Werg, oder mit Holz u. s. w. umgibt, um alle nachtheilige Abkühlung zu verhüten.

Wenn man in der Wahl der Art und Weise, die Temperatur des Dampfes im Treibcylinder zu erhalten, gar nicht beschränkt ist und sich bereits dafür entschieden hat, dem Cylinder einen Mantel zu geben, dürfte man es vielleicht noch vortheilhafter finden, in den Zwischenraum keinen Dampf einströmen zu lassen, sondern in demselben blos Luft zu lassen. Oder man könnte auch erst die Luft durch

Dampf austreiben und dann keinen Dampf mehr zufließen lassen, so daß, wenn sich dieser Dampf abgekühlt und verdichtet hat, der Zwischenraum nur noch eine dünne Luft enthält, welche die Wärme sehr schwierig oder nur in geringem Grade leitet. Die Metallstärke des Mantels könnte in diesem Falle die geringst mögliche sein.

Man hat endlich noch vorgeschlagen, um die Dampftemperatur im Cylinder zu unterhalten und sie zu einiger Vermehrung der Spannung sogar noch zu erhöhen, sowohl den Cylinder, als das Dampfrohr mit einem Mantel zu versehen und einen Theil des Rauches, ehe er in den Schornstein gelangt, durch den Zwischenraum dieses Mantels streichen zu lassen. Wenn in besondern Fällen es die örtlichen Umstände zulassen, diese Einrichtung zu treffen, so muß sie allerdings, besonders bei Anwendung von hochdrückendem Dampf, vortheilhafte Resultate liefern; aber die Temperatur des Dampfes darf nicht zu hoch sein, sonst könnte sie leicht eine nachtheilige Ausdehnung der Cylinderwandungen verursachen.

196. Beschreibung einiger besonderer Einrichtungen oder Verfahrungsarten, Treibcylinder mit Mänteln zu umgeben. Die Einrichtung des Mantels und die Art und Weise, wie er mit dem Cylinder verbunden, oder um denselben gelegt wird, ist nicht immer dieselbe, sondern hängt ab von einigen Umständen und von besondern Einrichtungen der Dampfmaschine. Dahin gehört z. B. 1) die Art und Weise, wie der Dampf in den Cylinder aus- und einströmt, wovon oben bereits die Rede war; 2) die besondere Einrichtung der Dampfschubladen; 3) der Umstand, daß der Mantel über den Cylinder gesetzt, oder der Cylinder in den Mantel hinabgelassen werden soll; 4) der Umstand, ob der Mantel aus einem besondern Cylinder

bestehen, oder mit dem Treibcylinder zugleich aus dem Ganzen gegossen werden soll; 5) ob er nach dem Kaliber der Maschine aus einem einzigen Stück bestehen, oder aus 3, 4 und mehr cylindrischen Segmenten zusammengesetzt werden soll; 6) ob der Mantel des Cylinders sich auch auf den Deckel und unter den Boden erstrecken soll, in welchem Falle jedoch die Bekleidung des Deckels und Bodens immer aus besondern Stücken besteht u. s. w.

Einige der einfachsten Einrichtungen, welche im Gebrauche sind, oder welche man bestehen lassen könnte, sollen hier ausführlich beschrieben werden, während für das Auffassen der minder wichtigen Einzelnheiten die aufmerksame Betrachtung der Figuren anempfohlen wird.

Eine einfache Art, den Cylinder mit einem Mantel zu umgeben, welcher auf den Cylinder gesetzt wird, ist abgebildet in Fig. 296. Die obere Dampföffnung O ist in der Cylinderwand ausgespart, und die Mündung a b dieser Oeffnung befindet sich am Mantel. Die unterste Dampföffnung O mit ihrer Mündung c d ist im Boden A B angebracht. Diese Einrichtung hat viel Aehnliches mit derjenigen, welche bereits im zweiten Kapitel der zweiten Abtheilung §. II. Fig. 45 erklärt worden ist; aber die Mündungen der Dampföffnungen haben hier eine bessere Form. Boden und Deckel des Cylinders sind hier auch ummäntelt. Die Ummäntelung des Deckels ist hergestellt durch eine runde Platte e f mit einer runden Oeffnung im Mittelpunkte, durch welche die cylindrische Büchse der Stopfbüchse läuft. Diese Platte wird mit einigen Schrauben am Rande des Deckels befestigt, und die Fugen werden mit Eisenkitt verstrichen. Die Platte kann auch mit einem Rand über den Deckelrand übergreifen und wie ein zweiter Deckel eingerichtet sein, so daß dann der Cy-

linder eigentlich mit einem doppelten Deckel verschlossen wird (siehe Fig. 302). Der Boden A B ist ummäntelt oder von unten bedeckt, indem er auf einem zweiten oder sogenannten falschen Boden C D aufruht, der mit Falzen in den ersten eingreift, die entweder mit Kitt verstrichen, oder auch mit Blei, des luftdichten Verschlusses halber, ausgegossen sind. Zur Festigkeit des Ganzen kann er noch mit einem übergreifenden Rande versehen werden (s. Fig. 297). Die Räume zwischen Boden und Deckel und den Mänteln derselben können aus dem Dampfraume des Cylinders durch ein kupfernes Communicationsröhrchen mit Dampf angefüllt werden, aber um das Einsetzen und die Steurung von besondern Hähnen zum Abfluß des angesammelten Wassers zu vermeiden, wie auch, um den Dampfverlust nicht zwecklos zu vergrößern, ist es besser, die genannten Räume leer zu lassen.

Ein anderes Beispiel eines Cylinders mit einem Mantel, welcher über denselben herabgelassen wird, gewährt die Einrichtung, welche durch Fig. 49 Taf. VI. versinnlicht ist.

Wenn der Cylinder in den Mantel gesetzt wird, bedarf er auch keines untern Randes (siehe z. B. Fig. 46 Taf. V. und Fig. 61 Taf. VI.). Die Einrichtung ist in dieser Hinsicht einfacher, als in dem Falle, wo der Mantel über den Cylinder kommt. Aber der Boden muß dann mit einer runden Aushöhlung oder einem Falz versehen sein, in welchen die untere Kante des Cylinders eingreift und genau mit demselben verkittet wird. Dieses ist ebenfalls schwierig zu bewerkstelligen, wenn man den Cylinder nicht erst auf seinem Boden festkittet und alsdann den Mantel herabläßt, so daß es dann nur den Anschein hat, als ob der Cylinder in den Mantel herabgelassen sei. Eben so gut kann man auch in jedem

Falle den untern Rand des Mantels weglassen, sobald der Boden nur zwei Falze besitzt, in welche die unteren Kanten des Cylinders, wie auch des Bodens mit luftdichtem Schluß eingreifen können (siehe z. B. den Durchschnitt des untern Endes des mit einem Mantel versehenen Cylinders Fig. 305); mit Rändern erlangt man indessen immer einen bessern Schluß und eine bessere Gelegenheit, den Körper des Cylinders unverrückbar festzustellen.

Der Cylinder wird auch sammt dem Mantel aus einem Stücke gegossen. Man kann alsdann, um nach dem Gießen den Sand aus dem Zwischenraume zu räumen, diesen Raum von unten offen lassen und in den Boden (siehe Fig. 297) eine runde Rinne und einen stehenden Rand a gießen, so daß der unterste Rand des Cylinders in die Rinne und der stehende Rand des Bodens in den Zwischenraum zu passen kommt. Zu größerer Festigkeit des Cylinders und auch besonders zu einem bessern und bequemern Verstreichen desselben ist es viel zweckmäßiger, den Zwischenraum beim Gießen nicht von unten, sondern von oben (siehe Fig. 298) offen zu lassen und denselben nachher durch einen mit Werg geliderten und bedeckten eisernen Ring, oder mit einem umgeworfenen Rande des Cylinderdeckels zu verschließen.

In Fig. 299 Nr. 1, 2, 3 ist noch eine andere Einrichtung eines Cylinders dargestellt, der sammt seinem Mantel aus einem einzigen Stück gegossen ist und mit einer bereits früher angedeuteten Einrichtung eines Cylinders für eine Dampfbootmaschine Aehnlichkeit hat (man vergl. Fig. 114 und 119 Taf. XII.) Der Dampf streicht aus dem Dampfrohr bei A in den Mantelraum, umgibt den Cylinder und dringt durch die Oeffnung B in die Dampfkammer ꝛc. Die Fig. 299 Nr. 2 ist ein Aufriß des Cylinders von der Hinterseite und Fig.

299 Nr. 8 ist der Grundriß des Cylinders ohne den Deckel; C D E F ist die an den Cylinder gegossene Platte, an welche die Hinterplatte oder die Ränder der Dampfkammer angeschraubt werden.

Wenn der Raum zwischen dem Cylinder und seinem Mantel nicht zum Einstreichen oder zum Abflusse des Dampfes dienen soll, kann man Cylinder und Mantel aus Einem Stücke gießen, ohne eine Oeffnung zur Wegräumung des Gieß- oder Formsandes zu lassen. Denn der Cylinder wird auch hinlänglich geschützt sein, wenn der Formsand im Zwischenraume sitzen bleibt, und der Mantel braucht dann nur eine geringe Metallstärke zu bekommen.

Obschon der Mantel eines Cylinders immer aus einem Stücke gegossen werden kann, so darf derselbe auch, sobald der Cylinder ein großes Kaliber besitzt, aus verschiedenen cylindrischen Segmenten zusammengesetzt sein. Dieses muß auch in vielen Fällen geschehen, wenn es die Oertlichkeit nicht erlaubt, den Mantel so hoch zu heben, daß er über den Cylinder herabgelassen werden kann; oder man thut dieses auch, um die Schwierigkeit dieses Emporhebens und Niederlassens zu vermeiden und den luftdichten Verschluß um den Cylinder herum bequemer herstellen zu können.

Wird der Mantel aus einzelnen Stücken zusammengesetzt, z. B. auf die in Fig. 300 angegebene Weise (man vergl. auch Fig. 92 Taf. X.), so werden die Mündungen der Dampföffnungen meistentheils an den Cylinder gegossen, und der Cylinder bekommt, des bessern Schlusses halber, sowohl oben als unten einen Rand.

Diese Segmente können nun wiederum je nach der Höhe des Cylinders aus zwei oder drei Stücken bestehen, wie es im Aufriß und Durchschnitt in den Fig. 301 und 302 dargestellt ist, so daß der Mantel

alsdann aus sechs, acht, zehn oder zwölf besondern Stücken zusammengesetzt wird. Und sowohl der Einfachheit der Einrichtung und der Zusammensetzung halber, als auch, um den Dampfverlust nicht zwecklos zu vergrößern, ist es dann ausreichend, den Mantel blos von der obern Kante der untern Dampföffnung bis an die untere Kante der obern Dampföffnung (siehe Fig. 302) reichen zu lassen; denn weiter erstreckt sich der Zug des Kolbens nicht. Aber der Cylinder muß oben in der Höhe der untern Kante der obern Dampföffnung einen zweiten Rand a a Fig. 301 und 302 haben, damit an denselben die Ränder der Segmente des Mantels anschließen.

Statt die Segmente in horizontaler Richtung mit ebenen Rändern c d Fig. 301 an einander zu schließen, kann man die untersten Segmente (Fig. 303 und 304) allein mit aufwärts stehenden Rändern e f versehen, in welche die mehr oder weniger scharf zulaufenden untern Kanten der obern Segmente gleichsam keilförmig eingreifen; und der Raum, welcher zwischen den Rändern und der äußern Wandung der obern Segmente übrig bleibt, wird dann luftdicht mit Werg ausgestopft oder auch wohl mit Kitt verstrichen. Die obern Segmente müssen meistentheils zuerst um den Cylinder zusammengefügt werden, und statt die untern Segmente mit umgeworfenen Rändern oder Flantschen an den Boden oder an den untern Rand des Cylinders zu schließen, kann man diese wiederum keilartig in einen Falz des Bodens g h Fig. 305, der noch besser mit dem untern Rand des Cylinders in Verbindung steht, eingreifen lassen. Diese Art der Ummäntelung des Cylinders mit auf diese Weise in einander eingreifenden Segmenten ist früher schon von James Watt bei Treibcylindern von großem Kaliber mannichfach angewendet worden. Sie gibt einen sehr dichten Ver-

schluß, und hierauf muß ganz besonders gesehen werden, wenn der Mantel nicht anders als aus vielen Stücken zusammengesetzt werden kann; denn mit der Vermehrung dieser einzelnen Stücke nimmt auch die Wahrscheinlichkeit des Leckwerdens zu, und besonders wenn der Zwischenraum mit Dampf gefüllt werden soll.

Um das Wasser ablassen zu können, welches sich innerhalb des Mantels durch Verdichtung des Dampfes sammelt, muß man am Mantel oder auch am überkleideten Boden Röhren mit Hahnstücken anbringen, die man nach gewissen Zeiträumen öffnet und das Wasser in die Kaltwasser- oder in die Heißwassercisterne austreiben läßt. Aber wenn der Dampf mit niederem Drucke wirkt, kann man sich auch eines umgekehrten Hebers bedienen, dessen einer Schenkel aus dem Mantel oder aus dem hohlen Boden hervorkommt und sich bis zum Boden der Wassercisterne fortsetzt, wo der andere Schenkel beginnt, der dann emporsteigt und mit einer Kröpfung über die Wassercysterne sich ausmündet, um in diese das verdichtete Wasser zu ergießen.

§. II.

Ueber die Dampfkolben.

197. Die Zusammensetzung der Dampfkolben als derjenigen Theile, welche den Impuls des Dampfes empfangen, und in deren Bewegung auch die Hauptbewegung der ganzen Maschine besteht, erheischt nicht geringere Sorgfalt, als diejenige der Dampf- oder Treibcylinder, in welchen die genannte Kraft ausgeübt wird.

Soll ein Kolben auf das vollkommenste eingerichtet sein und seinem Zweck aufs vortheilhafteste entsprechen, so muß er leicht sein, — ganz dampf-

dicht seinen Cylinder ausfüllen, — mit der größten Festigkeit und doch mit der wenigstmöglichen Reibung im Cylinder auf- und niedergehen, — während die Kolbenstange vollkommen im Mittelpunkte befestigt und senkrecht auf denselben gerichtet sein muß, damit sie mit dem Kolben bei einiger ungleichen Reibung des letztern nicht verrückt oder in eine schräge Richtung versetzt werde.

Es ist natürlich, daß eine Platte oder eine massive Scheibe allein den eben erwähnten Anforderungen nicht entsprechen kann; denn wenn sie auch eine solche Dicke besitzt, daß sie im Cylinder weder eine schräge Stellung einnimmt, noch sich dreht, so kann sie doch niemals mit so vollkommenem Schlusse den Cylinder ausfüllen, daß ein Durchgang des Dampfes zwischen der Scheibe und der Cylinderwand nicht sollte stattfinden. Ohne noch auf die besondere Zusammensetzung des Kolbens Rücksicht zu nehmen, ist es nicht schwierig, zu begreifen, daß er aus der Verbindung von zwei parallel liegenden Scheiben bestehen müsse, deren Zwischenraum bis ein wenig über den Rand hinaus mit einem Stoff gefüllt ist, welcher dampfdicht an die Cylinderwand sich anschmiegen kann, ohne daß sie den Kolben an dieser Wand zu fest eingeklemmt hält. Der Druck dieses Stoffes gegen die Cylinderwand muß jedoch größer sein, als der Dampfdruck, sonst könnte dieser Stoff vom Dampfe gegen den Mittelpunkt des Kolbens hin zusammengedrückt werden, wodurch zwischen dem Umfange des Kolbens und der Cylinderwand ein Durchgangsraum für den Dampf entstanden wäre.

Zum Behuf des dampfdichten Kolbenschlusses kann man sich verschiedener animalischen und vegetabilischen Stoffe bedienen, z. B. des Leders, des Filzes, des Hanfes, der Baumwolle u. s. w. Jedoch

ist nicht jeder derselben in gleichem Grade tauglich, um auf eine dauerhafte und ausreichende Weise dem Zwecke zu entsprechen, denn es sind z. B. die vegetabilischen Stoffe viel tauglicher, als die animalischen, um ohne Beschädigung der Cylinderwand und ohne von mäßiger Hitze und Feuchtigkeit sehr nachtheilig afficirt zu werden, dem Kolben auf eine geraume Zeit dampfdichten Schluß im Cylinder zu geben und seine Bewegung durch keine zu ungleichmäßige Reibung mehr, als unvermeidlich ist, zu behindern. Es ist also mit einem Wort der Hanf oder auch manchmal grob gesponnene Baumwolle, die man zur Umkleidung des Dampfkolbens anwendet. Gleichwohl ist die Anwendung dieser Stoffe nicht ohne alle Beschränkung, denn wenn die Dampfwärme diejenige eines Dampfes von niederem Druck merklich überschreitet, so werden sie auf eine sehr nachtheilige Weise afficirt, und da bei einer höhern Temperatur des Dampfes letzterer zugleich eine höhere Spannung besitzt, und folglich ein stärkerer Dampfdruck besteht, so müssen die gedachten Stoffe viel fester anschließen, weshalb alsdann, wegen der stärkern Reibung, die Abnutzung stark zunimmt *). Deshalb ist man auch auf die Idee gekommen, die Liderung der Dampfkolben, besonders bei hochdrückendem Dampf, aus metallenen Segmenten bestehen zu lassen, welche zwischen die Scheiben geschlossen werden, aus denen die obere und untere Fläche des Kolbens besteht.

---

*) Wenn die Dampfkolben für Dampfmaschinen von mittlerem Druck mit Hanf gelidert werden, so muß diese Liderung natürlich dicker genommen werden, als wenn der Dampf mit niederem Drucke wirkt. Dadurch wird aber die Reibung vergrößert. Sobald die Maschine nur ein mittelmäßiges Kaliber hat, ist auch ein Kolben mit Hanfliderung nicht anzurathen, selbst wenn der Dampf nur mit *einem mittleren* Drucke von drei Atmosphären wirkte.

Diese Segmente werden durch Federn dampfdicht gegen die Cylinderwand gedrückt.

Man kann deshalb die Dampfkolben in zwei allgemeine Klassen theilen und zwar in Kolben mit Hanfliderung und in Kolben mit Metallliderung. Man könnte noch eine dritte Art hinzufügen, nämlich massive Kolben ohne eine mit ihnen verbundene Liderung, die aber zwischen Liderungskränzen, welche so zu sagen inwendig im Cylinder angebracht sind, sich bewegen. Und damit man über den Werth der Einrichtung der genannten Kolben besser urtheilen könne, soll der Beschreibung ihrer Zusammensetzung eine kurze Erwähnung und Vergleichung der mehr oder weniger guten Dienste und des Effectes vorausgeschickt werden, welche jede der verschiedenen Arten zu leisten vermag.

198. Der gute Schluß ohne zu starkes Klemmen ist ein Haupterforderniß der Einrichtung des Dampfkolbens. Ist nun der Kolben mit einer Hanfliderung versehen, so ist der gute Schluß dieser Liderung an der Cylinderwandung immer in dem höhern oder geringern Grade, als hierzu erforderlich ist, vollkommen zu bewerkstelligen. Selbst in dem Falle, daß die Cylinderwand an einer Stelle fehlerhaft oder ungleich gebohrt wäre, kann dieses vollkommene Anschließen erlangt werden, weil die Liderung bekanntlich überall eindrückbar ist und sich so zu sagen immer der Form der Cylinderwand anschmiegen kann. Die Zusammensetzung eines Kolbens mit Metallliderung muß jedoch mit der größten Ueberlegung und die Verfertigung mit einer besondern Genauigkeit ausgeführt werden, um ein vollkommenes Anschließen zu erlangen; und wenn die Cylinderwand nicht überall dieselbe Form hat, so muß das Anschließen der metallenen Segmente des Kolbens immer mangelhaft sein.

Jeder Dampfkolben muß so eingerichtet sein, daß, wenn die Liderung aufhört, genau zu schließen, dieselbe mit wenig Mühe ersetzt werden kann. Eine Hanfliderung nutzt sich viel geschwinder ab, als eine Metallliderung; aber das Anziehen der Liderung erfolgt sicherer und leichter, als das Anziehen der metallenen Segmente eines Kolbens mit Metallliderung, obschon das Anziehen bei dieser letzten Art von Kolben nur dann zu geschehen braucht, sobald die Federn merklich geschwächt worden sind.

Die Einrichtung der Kolben mit Hanfliderung ist viel einfacher, als diejenige der Kolben mit Metallliderung. Deshalb sind dieselben auch nicht großen Mängeln und mannichfaltigen Reparaturen in solchem Grade unterworfen; sie sind mit andern Worten viel dauerhafter und kommen bei weitem nicht so theuer zu stehen. Aber das Anschließen der Hanfliderung an der Cylinderwand kann nicht leicht an allen Punkten in demselben Maße stattfinden; darum sind die Reibung und die Abnutzung sehr ungleich, während, wenn das Schließen eines metallenen Kolbens mit Metallliderung auf eine ausreichende Weise stattfindet, der Druck der Segmente gegen die Cylinderwand meistens sehr gleichmäßig ist; sie bedürfen dann, um den Kolben die erforderliche Festigkeit der Bewegung zu geben, eine geringere Dicke und erfahren einen verhältnißmäßig geringern Widerstand der Reibung als die Kolben mit Hanfliderung.

Wäre es nicht der Fall, daß die Construktion der Kolben mit Metallliderung sehr großen Schwierigkeiten unterliegt, die um so größer werden, je größer der Durchmesser des Cylinders ist, so würde die Anwendung derselben selbst in Dampfmaschinen von niederem Druck den Vorzug vor den Kolben mit Hanfliderung behaupten und zwar einmal wegen der *geringern Reibung* und zweitens, weil dieselben,

wenn sie einmal gut gefertigt sind, eine viel längere Zeit hindurch einen vollkommneren und dauernden Schluß behalten und deshalb nicht so oft besichtigt zu werden brauchen.

Aber der Hauptmangel, an welchem diese Art der Kolben leiden, besteht in ihrem baldigen Leckwerden, wodurch gewiß ein großer Theil der Triebkraft einer hochdrückenden Maschine nutzlos verloren geht und wodurch auch die Anwendung des Dampfes von mehr als gewöhnlich hohem Druck in einem Cylinder sogar noch unter mittelmäßiger Weite noch sehr beschränkt ist.

Dieser Mangel hat hauptsächlich in Folgendem seinen Grund:

1) Daß die metallenen Segmente sich der Krümmung der Cylinderwand nur schwierig genau anpassen lassen, ohne daß letztere, sobald nur die geringste Ungenauigkeit oder Unebenheit besteht, bald beschädigt wird und die Segmente aufhören, dicht über einander zu schließen.

2) Daß, wenn der Schluß der Segmente über einander und an der Cylinderwandung bei'm kalten Metall auch vollkommen ist, man des guten Schlusses nicht versichert sein kann, nachdem der Cylinder und die Kolbenliderung durch die Hitze des Dampfes ausgedehnt worden sind, denn die Ungleichheit dieser Ausdehnung stört das genaue Schließen und verursacht das Leckwerden, was vorher nicht vorhanden war.

3) Daß durch den Gebrauch, durch den Rost und wenn die Liderung nicht geschmeidig erhalten wird ꝛc. die Unvollkommenheiten des Schlusses und der leichten Bewegung der metallenen Segmente immer zunehmen müssen, während die Kraft der Federn, durch welche die Segmente gegen die Cylinderwand angedrückt werden, durch die Erhitzung der Federn stets abnimmt.

199. **Beschreibung einiger sehr gebräuchlichen Einrichtungen der Dampfkolben mit Hänfliderung.**

Für Cylinder von einem mittelmäßigen Durchmesser kann man die Dampfkolben auf folgende Weise sehr einfach zusammensetzen.

Die untere Fläche AB (man sehe den Durchschnitt und die horizontale Projection Fig. 306 Nr. 1 und 2) des Kolbens sei eine ebene gußeiserne Platte, deren Durchmesser ungefähr um ½ niederländischen Zoll kleiner, als der Durchmesser des Dampfcylinders im Lichten ist. Im Mittelpunkte habe diese Scheibe eine runde Oeffnung, über welcher eine konische stehende Büchse CDFE sich befindet. Diese Hülse oder Büchse wird sauber ausgebohrt und dient zur Aufnahme des konisch abgedrehten Endes der Kolbenstange, die noch außerdem mit einem Bolzen ab in der Büchse festgeschlossen wird, so daß sie sich unmöglich verrücken oder durchschieben kann, sondern mit dem Kolben so zu sagen ein Ganzes ausmacht. Auf dieses Erforderniß muß man große Aufmerksamkeit verwenden. Innerhalb des Umfanges und auch wohl (je nach der Größe der Kolben) vier bis sechs oder sieben niederländische Zolle entfernt von dem Umfang AB besitzt die genannte Scheibe noch den stehenden Rand GH, welcher gegen den Umfang AB abgerundet zuläuft und welcher Rand auf der Drehbank auswendig sauber rund gearbeitet werden muß, wie auch der genannte Umfang ganz kreisförmig abgedreht sein muß, damit die Büchse CDFE ganz concentrisch mit demselben gebohrt werden könne. Endlich muß noch bemerkt werden, daß der Rand an vier oder mehr Punkten Versenkungen c besitzt, in welche die Schrauben zum Anschließen des Deckels greifen.

Dieser Deckel IK, welcher die obere Fläche des *Kolbens bildet*, besteht aus einer gußeisernen Platte,

die häufig etwas convex ist, damit das Fett gegen den Umfang hin besser abläuft und um der Kolbenstange zugleich auch eine festere Stütze zu geben, wenn der Kolben in der Mitte eine größere Dicke, als am Umfange besitzt. Im Mittelpunkte ist eine rundgebohrte Oeffnung EF, dazu dienend, um den Deckel auf die Kolbenstange zu ziehen, und innerhalb des Umfanges befindet sich ein kurzer, stehender, ausgedrehter Rand ef, welcher über den Rand GH des untern Stückes greift, so daß beide Stücke, zu einem Ganzen vereinigt, das Ansehen einer flachen Büchse haben. Der Deckel wird mit dem untern Stücke verbunden durch vier oder mehr Schrauben mit viereckigen Köpfen ss, welche in die zu Schraubenmuttern ausgeschnittenen Versenkungen cc des untern Stückes eingreifen, und der innere oder hohle Theil des Kolbens wird mit hölzernen Schließstücken angefüllt. Zwischen den Rändern der obern und untern Fläche des Kolbens bleibt auch ein Falz von ungefähr vier bis sechs Zoll Tiefe, und in diesem Falz wird die Hanfliderung angebracht.

Die Liderung wird aus flachen, locker gesponnenen oder geflochtenen und mit Talg oder Oel geschmeidig gemachten Hanfsträngen hergestellt, die spiralförmig um den Rand GH gewickelt werden und deren Enden in einander gesplißt werden, weshalb diese Enden an der Stelle der Splissung dünner sind, damit hier der Hanfstrang keine stärkere Dicke, als an irgend einer andern Stelle bekomme. Die Liderung wird im geöffneten Cylinder ausgeführt, wenn das untere Stück des Kolbens in seinem höchsten Stande an der emporgezogenen Kolbenstange hängt, während der Kolbendeckel an der Stange mittelst zwei eingeschraubter Handhaben, die am Rande eingeschraubt und durch Stricke mit dem Parallelogramm

des Maschinenbaums verbunden werden, oder auf irgend eine andere Weise emporgehoben ist.

Die Hanfstränge werden je nach dem Fortschritte der Umwickelung mit einem hölzernen Keil und einem hölzernen Hammer (um die Cylinderwand nicht zu beschädigen) zwischen den Rand GH und die Cylinderwand getrieben, und wenn die letzte Tour umwickelt ist, wird der Deckel auf das untere Stück geschlossen, mit den Schrauben s angezogen und unverrückbar mit diesem unteren Stücke vereinigt. Durch dieses Anziehen der Schrauben ss werden die Hanfstränge am meisten geklemmt und stark gegen die innere Fläche des Cylinders angedrückt. Die Form der abschüssigen Ränder ef und auch GH trägt hierzu viel bei; denn, wenn diese Ränder nicht mit einer ziemlich schrägen oder ovoidischen Form gegen die Ränder AB und IK zuliefen, so würde die Liderung nur wenig ausgedehnt werden können, während sie in dieser Beschaffenheit die Stelle von Keilen vertreten. Besonders gilt dieses von dem Rande des Deckels, indem man den Deckel nur stärker anzuschrauben braucht, wenn nach Verlauf einiger Zeit die Liderung etwas abgenutzt ist, wo dann dieselbe wieder wie zuvor anschließen wird, ohne daß man dieselbe zu erneuern nöthig hat. Der Grad des Anschließens muß durch Versuche regulirt und so lange verstärkt werden, bis kein Dampf mehr durchdringt. Man kann für diesen Zweck, wenn der Cylinder oben noch geöffnet ist, den Dampf unter den Kolben streichen lassen und, wenn man sich von dem dampfdichten Schlusse der Liderung versichert hat, den Cylinder schließen und alsdann den Kolben einigemal auf- und niedersteigen lassen, um zu beobachten, ob auch die Liderung nicht zu stark anschließt, so daß die Reibung zu beträchtlich wird. Aber diese letztere Probe braucht man gar nicht anzustellen, wenn das

Andrücken der Liderung bis zu dem Augenblicke des vollkommen dampfdichten Schlusses nach und nach bewerkstelligt worden ist.

Um endlich zu verhindern, daß durch die starke Gegenwirkung der Liderung bei der unaufhörlich abwechselnden Bewegung des Kolbens die Schrauben des Deckels losgedreht werden, befestigt man über denselben oder an den Köpfen einen flachen Ring auf die weiter unten angegebene Weise.

Wenn die Kolben einen größern Durchmesser haben, wird der Kern CDEF, — theils größerer Stärke halber, als auch um den Boden AB und den Rand GH leichter machen zu können, häufig mit dem Rand GH durch vier oder mehr durchlaufende Speichen ab (siehe Fig. 307 Nr. 1) an den Punkten cc verbunden, die mit runden Ausbreitungen versehen sind, durch welche die Verbindungsschrauben ss (siehe den Durchschnitt quer über die Mitte der Speichen Fig. 307 Nr. 2) des Deckels durchlaufen. Die Kolbenstange kann auch im Kern mittelst eines Bolzens, oder wie hier angegeben worden, mit einer Schraube S festgeschlossen werden.

Dieselbe Einrichtung ist auch dargestellt in der Fig. 308 Nr. 1, aber zu mehrerer Festigkeit sind die Muttern der Verbindungsschrauben in die stählernen oder auch wohl metallenen Würfel mm geschnitten, welche schwalbenschwanzartig in die Speichen eingelassen sind. Die Mutter zur Befestigung der Kolbenstange (die hier oben in den Kern geschnitten ist) befindet sich bei M unten, was jedoch nicht so gut und auch nicht so einfach ist, als wenn die Befestigung mittelst einer oben sitzenden Mutter oder durch einen Bolzen bewerkstelligt wird, während das Ausheben der Kolbenstange, wenn dieses für einige Zwecke nöthig werden sollte, beinahe eben so leicht auf die Weise geschieht, daß man die Stange durchsinken

oder durchschieben läßt, nachdem man einen Bolzen herausgezogen hat, als wenn man sie hebt, nachdem die Mutter M abgeschraubt worden ist.

Die zweite Fig. 308 ist ein Grundriß des Kolbendeckels, um zu zeigen, auf welche Weise man das Losdrehen der Verbindungsschrauben zu verhindern hat. Diese Schrauben haben nämlich viereckige Köpfe k, gegen welche der flache, mehr oder weniger federnde, eiserne Ring nop angelegt wird, der offen bei nn ist, damit er eben federt und bei oo von den platten Ansätzen qq, die in den Deckel eingeschraubt worden, festgehalten wird. Diese Einrichtung ist einfacher, als eine andere, nach welcher auf die Schrauben eine Platte oder ein Ring mit viereckigen oder sechseckigen Löchern gelegt wird, so daß die Schraubenköpfe in diese Löcher eingreifen. Bei rr sind zwei Versenkungen mit eingeschnittenen Schraubenmuttern im Deckel, um Handhaben P einzuschrauben, wenn der Kolbendeckel gehoben werden soll u. s. w.

Meistentheils sind vier Speichen ausreichend. An Kolben der größten Art kann man sechs oder höchstens acht anbringen, was jedoch sich selten nöthig macht. Sind die Kolben vom größten Kaliber, so kann man zur Beförderung der Leichtigkeit und zur bequemern Erneuerung der Liderung den Kolbendeckel aus zwei Stücken zusammensetzen und zwar aus einem Ring AB (Fig. 309 Nr. 3 und 6) und aus einer Deckplatte CD (Nr. 4 u. 7). Die Deckplatte CD läuft über die Kolbenstange und wird dicht am Umfange und am Mittelpunkte mit Schrauben befestigt, die in die Muttern ab greifen, welche für diesen Zweck in den Speichen des untern Stückes des Kolbens ausgespart sind (siehe Fig. 309 Nr. 1, 2 und 7). Der Ring AB umgibt die Deckplatte CD, paßt in den Falz de Fig. 309 Nr. 2 und wird mit Schrauben befestigt, welche in die ausge-

schnittenen Schraubenmuttern c Fig. 309 Nr. 1 u. 2 des Kolbenrandes eingreifen. Nachdem diese Schrauben, welche viereckige Köpfe haben, eingeschraubt sind, wird gegen dieselben ein flacher Ring EF (Fig. 309 Nr. 5) gelegt und mit vier Schräubchen, welche durch die Augen f laufen, an den Ring AB geschlossen, um auf diese Weise das Losdrehen der Verbindungsschrauben zu verhindern. Der Raum zwischen den Speichen wird möglichst genau mit Stücken von Eichenholz ausgefüllt, damit dieser Raum, in welchen sonst Dampf eindringen würde, keine Gelegenheit zu einer Wasseransammlung gebe.

Wenn man den Kolben eine Gestalt gibt, wie sie Fig. 310 im Durchschnitt dargestellt ist oder noch lieber, die Gestalt von Fig. 311, so daß der Boden offen ist und kein Deckel, sondern nur ein einfacher Ring AB sich nöthig macht, so sind sie am leichtesten und besitzen die wenigst mögliche Complication. Da aber das Einströmen des Dampfes in den Treibcylinder immer mit großer Geschwindigkeit und Kraft erfolgt, so muß bei dem Anstoßen des Dampfes an die verschiedenen eckigen und vorragenden Kanten und Ränder der hohlen Portion CD des Kolbens, Verdichtung des Dampfes stattfinden. Deshalb können Kolben von dieser Einrichtung sehr gut in Maschinen von einfacher Wirkung angewendet werden, in deren Cylindern der Dampf unter dem Kolben nur einen Gegendruck auszuüben hat, nachdem er über dem Kolben bereits seinen Nutzeffect geleistet hat. Aber in Dampfmaschinen von doppelter Wirkung muß der Kolben einen bedeckten Boden haben, so daß die untere Seite dem Dampf eine ebene Fläche darbietet, und dann kann man den Kolben nicht gut einfacher einrichten, als auf die oben beschriebenen Arten.

Es gibt auch Dampfkolben, die so eingerichtet sind, daß man, um die Liderung fest zu packen, den

Cylinderdeckel nicht zu öffnen und abzuheben braucht. Diese Einrichtungen (die auch den besondern Nebenzweck haben, die Liderung um den ganzen Umfang des Kolbens überall gleichmäßig zu packen); sind in manchen Fällen anzurathen, sobald die durch die Maschine zu verrichtende Arbeit von der Art ist, daß der Aufseher sich nicht in der unvermeidlichen Nothwendigkeit befindet, die Liderung fester anzuschrauben, sobald es ihm scheint, als ob der Kolben Dampf durchlasse, sondern daß er eine Gelegenheit abwarten kann, um diese in der That lästige Arbeit, den Cylinder zu öffnen, den Deckel zu heben, alle Kolbenschrauben gleichmäßig anzuziehen und den Cylinder wieder dampfdicht zu schließen, vorzunehmen.

Man kann nämlich mit dem viereckigen Kopf jeder Schraube des Kolbendeckels ein kleines Zahnrad oder Getriebe verbinden und dieselben sämmtlich in die Zähne eines Rades eingreifen lassen, welches auf die Kolbenstange aufgezogen ist und sich um dieselbe drehen kann. Wird eins der Getriebe umgedreht, so muß diese Bewegung durch Vermittlung des größern Rades auf die andern Getriebe fortgepflanzt werden, und alle Schrauben müssen zu gleicher Zeit dadurch gleich stark angezogen werden.

Um nun eins dieser Getriebe ohne Abnahme des Cylinderdeckels zu drehen, ragt der viereckige Kopf der Schraube, auf welchem dies Getriebe sitzt, oben hervor und steht in Verbindung mit einer Stange, die durch ein Stopfbüchschen im Cylinderdeckel läuft und außerhalb des Cylinders mit einem Schlüssel versehen wird, damit man sie drehen kann. Da aber diese Einrichtung schon gebrechlich ist, sobald der Kolben nur einen mittelmäßig starken Zug besitzt, so ist es besser, daß man im Cylinderdeckel eine kleine runde Oeffnung ausspart, durch welche der vorra=

gende Kopf der oben genannten Schraube heraustreten kann, wenn sich der Kolben in seinem höchsten Stande befindet, während man zur Bedeckung dieser Oeffnung eine hohle kupferne Kappe aufschraubt; denn wenn diese Kappe abgenommen wird, so kann man das Getriebe mit einem besondern Schlüssel drehen, der auf den vorragenden viereckigen Schraubenkopf paßt.

Auch kann man den Kolbendeckel auf die Weise anziehen, daß man die Kolbenstange (Fig. 312) mit einem Schraubengange versieht und um denselben herum ein metallenes Zahnrad AB wirken läßt, in dessen nach unten vorragende Nabe eine Schraubenmutter geschnitten ist. Denn wenn dieses Rad mit einem Getriebe CD auf die Weise in Bewegung gesetzt wird, wie wir oben bei einer der Schrauben des Kolbendeckels angenommen haben, so muß es ein gleiches Niederdrücken des Kolbendeckels EF und ein gleiches Anziehen der Liderung bewirken. Die Spindel a des Getriebes läuft in einer Büchse b innerhalb des Randes des unteren Kolbenstückes, und auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich ein loser Zapfen c, welcher mit dem Kolbendeckel verbunden ist und auf gleiche Weise in der im untern Stücke des Kolbens ausgesparten Büchse d läuft, so daß dadurch der Deckel gehindert ist, sich drehen zu können. Man muß auch noch unter der Nabe des Zahnrades einen Kragen anbringen können, der sich bis unter den Rand ac des Kolbendeckels erstreckt, damit auch das Heben des Deckels mittelst des Rades und Getriebes bewirkt werden kann.

Diese beiden Einrichtungen sind von Woolf und eben so gut an Kolben mit Hanfliderung, als an Kolben mit Metallliderung anzuwenden. Bei der erstern Einrichtung ist die Umdrehung der Räder und das Anziehen der Liderung leichter und sicherer aus-

zuführen, und der Deckel ist von oben dichter, aber sie ist complicirter, als die andere der hier angegebenen Einrichtungen.

200. **Beschreibung einiger Einrichtungen von Dampfkolben mit Metallliderung.**

Die erste Einrichtung der Kolben mit Metallliderung, erfunden zu Anfange dieses Jahrhunderts von Edmund Cartwright, erfuhr sehr bald eine Modification, weil man bald sah, daß ihr der gute Schluß an der innern Fläche des Cylinders fehlte. Obschon nun durch diese Modification dem Mangel keineswegs vollkommen abgeholfen wurde, so war er doch wenigstens gar sehr vermindert, und Kolben von dieser modificirten Einrichtung werden noch Heutzutage manchmal angewendet. Zwischen der Basis oder dem untern Stück A B des Kolbens (siehe den Durchschnitt Fig. 313 Nr. 1 und den Grundriß des Kolbens ohne seinen Deckel, Fig. 313 Nr. 2) und dem angeschraubten Deckel C D sind eingeschlossen zwei Lagen von zwei Reihen auf einander und an einander schließender Segmente aus Glockenspeise oder Kanonengut (nicht aus Stahl, wie einmal angegeben worden ist) H, I und K, L, so wie auch aus diesem Stoff die Basis und der Deckel verfertigt werden können. Die Zahl der Segmente in jeder Reihe ist drei oder vier (wohl zu verstehen für Kolben von geringer und von mittelmäßiger Größe), und sie liegen so an einander und über einander, daß die Fugen von zwei anschließenden Segmenten in den äußersten Reihen H, K nicht auf einander treffen und von den Segmenten der zwei innersten Reihen bedeckt werden, so daß alle Segmente, wie man dieses zu nennen pflegt, in Verband liegen.

Wenn diese Kolben neu sind (und dieses ist auch auf viele andere Arten von Kolben mit Metallliderung anwendbar) und im Dampfcylinder sitzen,

so müssen die Segmente genau an einander, wie auch an die innere Cylinderfläche schließen. Dieses Anschließen wird unterhalten und der Druck der Segmente gegen die Cylinderwand wird bewerkstelligt durch starke Spiralfedern a a, welche um metallene Cylinderchen gewunden sind, die in den festen Theil des Kernes EF des Kolbens geschraubt sind.

Auf diesem Kern finden die gedachten Federn ihren Unterstützungspunkt, um beständig gegen die innern Segmente I zu drücken und auch auf die äußersten Segmente ein Streben zur Verrückung oder Bewegung auszuüben, wodurch diese äußersten Segmente dann immer gegen die Cylinderwand gedrückt werden. Und damit die Verschiebung oder Verrückung der äußersten Segmente durch die innern auf das leichteste stattfinden könne, haben sie an der Stelle der Anschließung eine schräge oder konische Form (siehe b, b Fig. 313 Nr. 1). Man kann auch an den äußersten Segmenten vortretende Ränder c, c (Fig. 313 Nr. 1) stehen lassen, dieselben in einen ausgesparten, geräumigen Falz des unteren Stückes oder des Kolbendeckels einschließen und zwar für den Zweck, um eine zu große Ausweichung der Segmente zu verhindern und um ihre Bewegung besser zu leiten.

Wenn man Spiralfedern auf die Segmente drücken läßt, so kann man in einem engen Raum den Druck auf viele Punkte gleichzeitig ausüben lassen. Aber einfacher wird die Einrichtung und ein stärkerer Druck wird ausgeübt, wenn man statt der Spiralfedern Bogenfedern anwendet (siehe den Grundriß Fig. 314), welche den vollen Druck gegen die innern Segmente ausüben, mit denen sie zugleich durch Nägel verbunden sind, die in geräumigen Augen spielen, um die Bewegung der Federn nicht zu hindern, wie dieses z. B. der Fall ist bei der Zusammenfügung der Blätter der Kutschfedern.

Um nun den Druck auf den ganzen Umfang gleichmäßiger und auf mehrere Punkte wirken zu lassen, kann man den Segmenten eine geringere Breite geben und deren Anzahl vermehren, obschon man je nach der Weite des Cylinders immer dahin streben muß, daß die Anzahl der Segmente im Umfange so gering wie möglich sei. Denn je complicirter ein Dampfkolben eingerichtet ist, um desto früher und häufiger kann er mangelhaft werden, und die Wahrscheinlichkeit des Leckwerdens wird damit zugleich auch größer.

Die Kolben von der beschriebenen Einrichtung haben den wesentlichen Mangel, daß sie endlich den Dampf durchlassen und deshalb ein häufig wiederholtes Nachsehen und nicht selten beständige Reparaturen nöthig machen. Denn wenn es sich durch langen Dienst selbst zutragen sollte, daß die Cylinderwand und die äußersten Segmente sich auf gleiche Weise abnutzten, so daß sie beständig vollkommen anschlössen, so würden sich doch die Segmente mehr oder weniger von einander entfernen. Dadurch würden die Fugen sich öffnen und könnten von den innern Segmenten nicht mehr vollkommen gedeckt werden, sobald durch Ausweichung der äußern Segmente das genaue Anschließen der cylindrischen oder konischen Oberfläche der innersten und äußersten Segmente aufhören muß. Der Dampf kann alsdann durch die offenen Fugen bis an die andere Seite des Kolbens durchdringen.

Eine einfachere Art von Kolben, deren Einrichtung in den Fig. 315, 316 u. 317 angegeben worden, ist dem erwähnten Mangel weniger unterworfen. Die zwei auf einander ruhenden Lagen von Segmenten schließen nur mit den Spitzen oder scharfen Kanten ABC (Fig. 315 und 316) an einander oder sie berühren einander in der Richtung des Radius des

Kolbens auf eine geringe Extension ab Fig. 317. Diese Segmente werden von einander entfernt und an die Cylinderwand mit Schluß angedrückt durch die dreieckigen metallenen Keile D, E, F, auf welche Spiralfedern G, H, I drücken, die im Kern des Kolbens oder in einer einfachen Ringfeder G H Fig. 316, die um den Kern des Kolbens herumliegt, ihre Unterstützung finden. Es ist jedoch die Anwendung dieser einzelnen Ringfeder weniger anzurathen als diejenige der Spiralfedern oder auch der Bogenfedern; und noch besser würde es sein, um den Kern des Kolbens eine Spiralfeder von 3 oder mehr Touren zu legen, welche gegen die Keile drückte; oder auch unmittelbar auf die Segmente, wenn die Kolben eine andere Zusammensetzung besäßen.

Bei den in Fig. 315 u. 316 dargestellten Einrichtungen sind die Keile D E F abgestumpft, weil sonst bei der geringsten Ausweichung der Segmente die scharfen Kanten der Keile in die Cylinderwand einschneiden müßten und dieses um so eher, indem der Fortschritt der Keile immer größer ist, als derjenige der Segmente, gleich wie auch eine Kraft, die auf einen Keil wirkt, einen größern Raum durchläuft als die fortbewegte Last.

Es läßt sich nicht verkennen, daß diese Kolben, deren Zusammensetzung sehr verständig überlegt ist, vollkommeneren Schluß in einem Cylinder haben müssen als die früher beschriebenen. Es ist aber immer große Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß die Keile in Folge der Abnutzung aufhören, einen vollkommenen Schluß an den Segmenten zu bilden, so daß der Dampf bis auf die andere Seite durchdringen kann.

Aus dem Durchschnitte des Kolbens Fig. 317 Nr. 2, dessen Zusammensetzung besser ist als diejenige der ähnlichen Kolben Fig. 315 und 346, läßt sich entnehmen, daß kein besonderer oder eigentlicher Deckel

vorhanden ist, indem der massive Theil des Kolbens die Gestalt einer Scheibe mit einer sehr tiefen Auskehlung besitzt, oder die Zusammensetzung desselben mit derjenigen eines Stückes Aehnlichkeit hat, das aus zwei ebenen Scheiben besteht, welche im Mittelpunkte durch einen Kern mit einander verbunden sind. Die Segmente müssen dann zwischen diesen Scheiben fest geschlossen erhalten werden; jedoch kann auf diese Weise das Anschließen der Segmente an die Flächen der genannten Scheiben immer so vollkommen sein, daß kein Dampf in das Innere des Kolbens durchdringen kann. Aber nur auf diese Rücksicht ist die Zusammensetzung gegründet. Der Dampf, welcher z. B. auf die Oberfläche des Kolbens drückt, muß die obersten Segmente gegen die untersten andrücken und diese wiederum gegen die innere Bodenfläche des Kolbens. Hierdurch kann eine Abweichung zwischen den obern Segmenten und an der Innenseite der Oberfläche des Kolbens entstehen. Der Dampf kann in das Innere des Kolbens dringen und ohne den angenommenen guten Schluß der untersten Segmente und der untern Fläche des Kolbens zu vermindern, muß er die Segmente gegen die Cylinderwand mit einer Kraft andrücken, die derjenigen des Dampfes gleich ist, welcher von außen zwischen der Cylinderwand und den Segmenten eindringen kann, um die Segmente nach einwärts zu drängen. Da diese beiden Drucke nun vollkommen oder doch beinahe einander gleich sind, so müssen die Federn im Kolben allein das Uebermaaß des Druckes ausüben können, welches zum dampfdichten Anschließen der Segmente erforderlich ist, und die Reibung des Kolbens wird auf diese Weise einen gleichmäßigen und zugleich einen geringsten Widerstand darbieten. Es fehlt indessen viel daran, daß diese Wirkung so vollkommen und sowohl bei dem Niedergange, als bei dem Auf-

gange des Kolbens auf dieselbe Weise stattfinde, wie hier beschrieben oder vorausgesetzt wird. Und obschon das Eindringen des Dampfes immer stattfindet, wie auch die Einrichtung des Kolbens beschaffen sein möge, so daß auch an der innern Seite ein Gegendruck ausgeübt wird und ausgeübt werden muß, so hält man es dennoch für besser, daß die Segmente bedeckt und mehr oder weniger mit einem ganz besondern Deckel festgeschlossen werden, welcher auf den Kern des Kolbens geschraubt wird, weil in dem entgegengesetzten Falle der Spielraum der Segmente zu groß sein oder werden könnte, so daß man nicht im Stande wäre, ihn nach Belieben zu reguliren.

Mit einem erwünschteren Erfolg hat man eine andere Art von Kolben angewendet, dessen Einrichtung sehr einfach ist. Er besteht z. B. aus zwei Hälften AB und CD (siehe den Durchschnitt Fig. 318 Nr. 1), welche die obern und untern Flächen des Kolbens bilden, die mit Schrauben ss genau angeschlossen werden, nachdem die Kolbenstange festgeschraubt oder sonst befestigt ist und nachdem die Liderung eingelegt ist. Diese Liderung besteht ganz einfach aus zwei Lagen metallener Segmente ab, cd (Fig. 318 Nr. 2 und 3), welche sich bis über den vierten Theil vom Umfange des Kolbens ausbreiten, damit die Fugen der obern und untern Segmente über einander greifen, um keinen Dampf durchzulassen. Die Kanten ac und bc dieser Segmente sind zwei parallele Flächen, welche zwischen den genau parallel laufenden Flächen cc, cc von zwei massiven metallenen oder eisernen Segmenten EF geleitet und bewegt werden, und letztere sind an den Kern des Kolbens geschlossen, oder werden mit ihm verbunden mittelst der durchlaufenden Schrauben ff. Diese letztere Einrichtung gestattet im Nothfall das Anschließen der parallelen Flächen der lockeren und

massiven Segmente wieder herzustellen, wenn es hie oder da zu gering sein sollte, obschon dieser Fehler viel weniger stattfinden kann als bei den Kolben, deren Segmente durch Keile angedrückt werden (Fig. 315 bis 317), weil die Bewegung hier gerade in der Richtung der Anschließungsflächen der beweglichen Segmente gegen die Cylinderwand bewerkstelligt wird durch die gebogenen Federn v v, angeschraubt am Kern des Kolbens und unmittelbar gegen die beweglichen Segmente, ohne Dazwischenkunft anderer Theile drückend; weshalb diese Einrichtung, verglichen mit derjenigen des zuerst beschriebenen Kolbens, höchst einfach ist.

In Fig. 319 ist eine ähnliche Zusammensetzung für einen größern Kolben dargestellt. Jede Hälfte des Kolbens enthält vier bewegliche Segmente **A**, **B**, **C**, **D**, welche geleitet werden zwischen den festen Sectoren **E**, **F**, **G**, **H**, die mit dem viereckigen Kern des Kolbens ein Stück ausmachen. Um die gleiche und parallele Bewegung der Segmente noch mehr zu sichern, laufen sie in der Mitte über die Bolzen **a**, die in die vorragenden Ansätze **b** geschraubt sind, welche sowohl an dem Kern als an den unter ihnen liegenden Sectoren der zweiten Hälfte des Kolbens befestigt werden. An diesen Ansätzen liegen die Bogenfedern **m**, **m** und drücken gegen die Segmente, an deren Enden sie mit Nägeln in geräumigen Augen angeschlossen sind, wie aus der Figur deutlich zu ersehen ist. Sowohl wegen der zweckmäßigen Form, als auch wegen der vortheilhaften Richtung, in welcher diese Federn den größten Theil ihrer Kraft ausüben können, drücken sie die Segmente auf eine sehr gleichmäßige Weise gegen die Cylinderwand.

Man bedient sich auch noch zur Liderung kleiner metallener Kolben zwei ganzer, jedoch offener Metallringe, welche die Höhe der ganzen Liderung haben und z. B. ½ bis ¾ niederländische Zoll dick sind, so

theil würde in einer bequemern Zurichtung oder Verfertigung des Cylinders und in bequemer Gelegenheit bestehen, das dampfdichte Anschließen des Kolbens an der Liderung zu bewerkstelligen, während die Liderung, sei sie nun mit Hanfsträngen oder mit metallenen Segmenten, oder mit beiden zugleich ausgeführt, immer von außen mit der größten Leichtigkeit angelegt und genau angedrückt werden kann. Diesen Vortheilen gegenüber liegen dagegen die Ungemächlichkeiten einer unmäßigen Länge des Dampfcylinders, einer zu großen Schwere des Kolbens und eines sehr schädlichen Nachgebens oder Ausweichens desselben, denen er beim Auf- und Niedergange unterworfen sein kann, wie auch wegen des größern Cylinderdurchmessers, als derjenige der wirkenden oder nützlichen Oberfläche des Kolbens ist, und wegen der größern vorhandenen Oberfläche der Abkühlung der Dampfverlust so groß werden kann, als wenn bei einem Cylinder und Kolben von gewöhnlicher Construktion der Kolben einem Leckwerden ausgesetzt wäre.

Auf stehende Dampfcylinder ist dann die obgedachte Zusammensetzung ohne wesentliche Unannehmlichkeiten oder große Nachtheile gar nicht anwendbar. Bei einer Dampfmaschine mit liegenden Cylindern könnte vielleicht die erwähnte Einrichtung mit Vortheil angewendet werden, und welche Modification sie alsdann für diesen Fall erfahren müßte, läßt sich nach Anleitung des Vorausgegangenen und durch nähere Betrachtung der Abbildung der Maschine mit horizontalen Cylindern Fig. 90 Taf. IX. und aus der kurzen Beschreibung im fünften Kapitel der zweiten Abtheilung §. IV. leicht entnehmen.

202. Dimensionen der Dampfkolben. Es ist hauptsächlich die Dicke der Liderung, worauf man bei der Bestimmung der Dimensionen des Kolbens zu achten hat; denn ist einmal diese Dicke be-

stimmt, so ist es gar nicht schwierig, über die gehörige Dicke der übrigen Theile auf eine entsprechende Weise zu urtheilen. Hiervon nehme man jedoch aus die Bestimmung der Dicke der Kolbenstange, von welcher weiter unten die Rede sein soll.

Wenn man versichert wäre, daß die Liderung überall gleichmäßig am Cylinder anschlösse, bedürfte sie blos einer geringen Dicke, weil man bei einem vollkommenen Schluß keine Furcht vor Nachgeben oder Leckwerden zu haben brauchte. Aber ein solcher Schluß kann in der That gar nicht stattfinden, und die Liderung muß sich dann höher oder tiefer ausbreiten, als so eben angenommen worden ist. Man kann blos annehmen, daß die Liderung um so viel geringer an Dicke genommen werden darf, jemehr man sich des guten Anschließens versichert halten und zugleich annehmen darf, daß geringere Wahrscheinlichkeit oder Gelegenheit, ihren Zustand zu verändern, besteht, wodurch die gedachte Dicke und das gleichmäßige Anschließen ein Ende erreichen.

Also dürfen die Metallliderungen der Kolben weniger dick, als die Hanfliderungen genommen werden. Und die Hanfliderung eines Kolbens muß in dem Verhältnisse dicker sein, in welchem die Weite des Cylinders zunimmt, oder in welchem sich der Kolben mit größerer Geschwindigkeit bewegt, oder in welchem sein Zug kürzer wird. Eben so braucht die Liderung des Kolbens, wenn letzterer allein in der Richtung von oben nach unten gedrückt wird, wie es in den Maschinen von einfacher Wirkung der Fall ist, keineswegs die Dicke zu haben, die für den Fall erfordert wird, daß der Kolben auch durch den Dampf emporgetrieben wird.

Diese besondern Umstände außer Obacht gelassen, gibt es eigentlich keine allgemeine Regel, nach welcher die Dicke der Dampfkolbenliderung bestimmt werden

könnte, oder vielmehr die Regel, welche man in der Praxis befolgt, scheint auf keinen hinlänglichen Gründen zu ruhen. Selbst dann müßte man die Liderung immer dicker und dicker nehmen, wenn man nicht den größern Widerstand, den die Reibung verursacht, zu berücksichtigen brauchte, sondern allein auf den guten Schluß und die feste Bewegung des Kolbens im Cylinder sehen wollte. In kleinen Dampfmaschinen von niederem Druck kann man dieses Verfahren ohne großen Nachtheil für die Triebkraft anwenden, und die Liderung kann dann wohl eine Dicke haben, die der Hälfte oder selbst drei Viertheilen vom Kolbendurchmesser gleichkommt. Bei Maschinen von mittlerem Kaliber kann man rechnen, daß die mittlere Dicke der Hanfliderung gleich ist dem sechsten bis dem fünften Theile des Kolbendurchmessers, und in größern Maschinen ist die Dicke der Liderung häufig nicht beträchtlicher, als ein Fünftel vom Durchmesser des Kolbens.

Bei Kolben mit Metallliderung thut die Dicke auch wohl dem guten Schlusse Eintrag, weniger aber als bei Kolben mit Hanfliderung. Deshalb und noch mehr, weil das Anschließen beinahe überall in demselben Grade geschieht, kann die Dicke geringer genommen werden, als es bei einer Hanfliderung der Fall sein darf. Meistentheils ist eine Liderungsdicke schon ausreichend, welche $\frac{1}{7}$ des Kolbendurchmessers beträgt; bei einem starken Andrücken der Federn hat man auch wohl der Liderung eine Dicke von nur $\frac{1}{8}$ des Kolbendurchmessers gegeben; waren aber die Construktion und die Zusammenfügung der Segmente von anderer Beschaffenheit, so kann man auch eine größere Dicke als $\frac{1}{7}$ des mehrgenannten Durchmessers erforderlich finden.

203. Es gibt eine sichere Theorie zur Bestimmung der Dicke der Dampfkolbenliderung, und diese

lehrt: **daß die Dicke der Liderung gleich sein müsse der Quantität der Reibung, multiplicirt mit dem Durchmesser des Kolbens;** so daß alsdann, wenn die Quantität der Reibung einer glatten Oberfläche von Hanfliderung auf einer glatten eisernen Oberfläche = $\frac{1}{6}$ des Kolbendruckes gegen die Cylinderwand geschätzt wird, die Dicke der Liderung auch = $\frac{1}{6}$ des Kolbendurchmessers sein muß. Für Metallliderung muß die Dicke = $\frac{1}{8}$ des Kolbendurchmessers sein, weil die scheuernde Reibung von geöltem oder geschmiertem Metall auf Eisen im Durchschnitt auf $\frac{1}{8}$ des Druckes veranschlagt werden kann. Obschon durch diese sehr einfache Regel die Dicke der Liderung sich nicht viel stärker oder schwächer ergibt als diejenige, welche man in der Praxis als eine mittlere annimmt (und wohlverstanden, ohne auf die besondern Umstände zu achten, durch welche man beschränkt wird, die Liderung des Kolbens mehr oder weniger dick einzurichten), so beruht die Auffindung dieser Regel auf einer Voraussetzung, welche in der Natur der Sache, nicht in der Art bestehen kann, wie sie bei der Betrachtung derselben angenommen wird.

Es sei nämlich A B C D (Fig. 321) ein Kolben mit einer gewissen Substanz, auf eine gewisse Dicke AD = BC = d gelidert. Es werde nun angenommen, daß an einem gewissen Punkte des Umfanges, z. B. an dem Punkte B das gute Anschließen der Liderung an die Cylinderwand nicht mehr stattfindet. Es sei die Extension dieser Stelle = I, weil die Betrachtung dieselbe bleibt, man mag die genannte Extension sich groß oder klein denken. Durch diesen Mangel an Schluß entsteht bei B C eine Gelegenheit für das Entweichen des Dampfes, wodurch alsdann die Liderung vom Dampfe gedrückt werden kann in der Richtung F E und deshalb ge-

gen die Portion A D der Cylinderwand, welche B C gerade gegenüber liegt. Da nun bei A D ein Druck besteht und bei C B nicht, so wird auch der Kolben, wenn er in der Richtung des Pfeilchens emporgetrieben wird, Reibungswiderstand erfahren bei A D in der Richtung von A D nach unten, und bei B C wird kein Reibungswiderstand vorhanden sein. Hierdurch entsteht am Umfange in der Richtung A D und zwar aus dem eben genannten Reibungswiderstand ein Streben, den Kolben zu drehen um eine Axe, welche den Durchmesser G F rechtwinklig schneidet.

Diesem Streben kann allein entgegengewirkt werden durch den Dampfdruck gegen B C; denn durch das Andrücken der Liderung übt alsdann der Dampf gewissermaßen ein anderes Streben aus, nämlich den Kolben niederwärts um den Punkt A zu drehen. Folglich kann der Kolben nicht allein sich nicht drehen, sondern es muß auch das Streben dazu vernichtet werden, wenn genannte einander entgegengesetzte Wirkungen gleich groß sind. Man setze den Dampfdruck auf eine quadratische Einheit = S; den Theil des Druckes, welcher dem Widerstande der Reibung gleich ist = f; und den Durchmesser des Cylinders oder des Kolbens = D: so ist zuerst der Druck der Liderung gegen die Cylinderwand in der Extension A D wenigstens gleich dem Dampfdruck auf diese Extension, d. i. = Sd, weil sonst die Liderung durch den Dampf zusammengedrückt werden und letzterer, wenn dieses bei A D geschieht, durchstreichen könnte, was gegen die Voraussetzung ist. Die Quantität der Reibung, welche aus diesem Andrücken erzeugt wird, muß deshalb = f Sd sein; und das Moment dieses Widerstandes, um den Kolben sich um eine Axe drehen zu lassen, welche

durch den Punkt E läuft, ist auch $= f\ S\ d \times G E$ d. i.

$$= f\ S\ d \cdot \tfrac{1}{2}\ D.$$

Von einer andern Seite ist der Dampfdruck, welcher gegen die nicht anschließende Portion B C des Kolbens ausgeübt wird, $= S\ d$ auf der ganzen Extension B C oder d. Dieser Druck gibt jedoch denselben Effect, wenn man sich denselben vereinigt im Punkte F denkt, welcher in der Mitte der Dicke der Liderung liegt, und wenn man ferner annimmt, daß er seine Kraft ausübe in der Richtung F E G. Alsdann wirkt er gleichsam mit einem Hebelarm G A oder G D, um den Kolben niederwärts um den Punkt A zu drehen. Sein Moment ist dann $= S\ d \times G A$ d. i. $= S\ d \cdot \tfrac{1}{2}\ A D$, oder

$$= S\ d \cdot \tfrac{1}{2}\ d.$$

Deshalb wird auch keine Neigung zum Wanken oder Verschieben vorhanden sein, wenn die Werthe der beiden genannten Momente gleich sind und folglich

$$S\ d \cdot \tfrac{1}{2}\ d = f\ S\ d \cdot \tfrac{1}{2}\ D$$

sind, woraus folgt

$$d = f\ D,$$

oder auch die Dicke (d) der Liderung ist gleich der Quantität der Reibung (f) multiplicirt mit dem Durchmesser (D) des Kolbens, wie oben angegeben worden.

203*. Wenn der Durchmesser des Kolbens $= D$ und die Dicke der Liderung $= d$ sind, so ist die Oberfläche der Liderung $= 3{,}1416\ D\ d$. Uebt nun der Dampf auf den niederländischen Quadratzoll einen Druck von p Pfunden aus, so muß das Andrücken der Liderung gegen die Cylinderwand auf den Quadratzoll größer sein, als p Pfunde. Die Bestimmung dieses Mehrbetragens ist natürlich sehr unsicher. Ein Drittel mehr ist für niederen Druck

nicht zu viel, besonders wenn man hierunter die Reibung der Kolbenstange in der Stopfbüchse mit begreift. Für höhere Drucke würde diese Voraussetzung jedoch ganz falsch sein, denn für die höchsten Drucke, die man in soweit mit gutem Erfolg angewendet hat, ist ein Mehrbetrag der Klemmung von einer halben Atmosphäre ausreichend. Wenn nun z. B. für niederen Dampfdruck das Andrücken der Liderung $\frac{1}{3}$ mehr beträgt als der Dampfdruck, so ist es $= 1\frac{1}{3} \cdot 3{,}1416\ d\ D\ p$; und nimmt man die Reibung $= \frac{1}{6}$ des Druckes, so ist der Widerstand $= \frac{2}{9} \cdot 3{,}1416\ d\ D\ p$; aber dem Obenstehenden zufolge soll man, ohne auf besondere Umstände Rücksicht zu nehmen, die Dicke $d = \frac{1}{6} D$ setzen dürfen; und der Widerstand wird also $= \frac{1}{27} \cdot 3{,}1416\ D^2\ p$. Der totale Dampfdruck auf den Kolben ist $= \frac{1}{4} \cdot 3{,}1416\ D^2\ p$; darum ist im Allgemeinen der Widerstand der Reibung des Kolbens $= \frac{4}{27}$ oder beinahe $\frac{1}{7}$ des ganzen Dampfdruckes. Für hohen Druck dürfte dieses wohl $\frac{1}{3}$ weniger betragen können.

Viertes Kapitel.

Ueber die mechanischen Einrichtungen oder Mittel, durch welche die geregelte Strömung des Dampfes sowohl in als aus dem Cylinder bewirkt wird.

---

204. Es gibt verschiedene mechanische Mittel, um die Communication zwischen dem Kessel und dem obersten oder untersten Theile des Cylinders zu rechter Zeit zu öffnen und zu schließen, wie auch, um

zugleich den benutzten Dampf nach dem Condensator oder nach der Heißwassercysterne abzuschlagen. Die Form und Wirkungsart dieser Mittel hängt eines Theils ab von dem Umstande, ob die Dampföffnungen rund oder viereckig sind; und andern Theils werden Form und Wirkungsart mehr oder weniger modificirt, je nachdem der Dampf mit vollem Druck während eines ganzen Kolbenzuges, oder nur während eines Theiles des Zuges, und ferner, je nachdem er mit Ausdehnung wirkt. Man muß auch einen Unterschied machen zwischen kleineren und mittleren Maschinen und solchen von großem Kaliber; und es muß endlich auch darauf Rücksicht genommen werden, ob der Dampf mit niederem und mittlerem, oder mit hohem Drucke wirken soll.

Dieses alles zusammengenommen kann nun das Ein- und Auslassen des Dampfes durch Klappen, Hähne, Scheiben, Schubladen und Büchsen bewerkstelligt werden. Diese Theile werden in geschlossenen Büchsen oder Kammern vor den Cylindern angebracht und communiciren mit denselben durch die Dampföffnungen, so wie sie auch mit dem Kessel und mit dem Condensator, oder der Heißwassercysterne in Communication stehen. Die Communication mit dem Kessel und mit dem Condensator kann unmittelbar oder mittelbar stattfinden, wenn nämlich der einstreichende Dampf erst um den Cylinder strömt, oder wenn der Dampf beim Abfluß um den Cylinder herum seinen Abzug nimmt. Einige dieser Theile wirken durch eine anhaltende, rotirende oder durch eine abwechselnde Bewegung; andere werden emporgehoben und niedergedrückt, oder auf- und niedergeschoben, oder hin- und herbewegt u. s. w.

Bei dem Oeffnen und dem Absperren der alternirenden Communication des Kessels des Cylinders

und Condensators müssen, wo dieses angeht, einige Bedingungen erfüllt werden, welche man bei der Wahl der Einrichtung der gedachten Theile so viel wie möglich im Auge behalten muß.

Bei dem Herstellen der Communication müssen nämlich die Dampföffnungen und hauptsächlich diejenigen, durch welche der Dampf abziehen soll, in der möglichst kürzesten Zeit geöffnet werden; das Verschließen dieser Oeffnungen (selbst den Fall nicht ausgenommen, daß der Dampf mit Ausdehnung wirkt) braucht nicht mit einem Mal zu geschehen, sondern kann allmälig stattfinden. Je nachdem die Theile anders eingerichtet sind und auch auf eine andere Weise bewegt werden, kann dieser Bedingung nicht immer aufs Gerathewohl entsprochen werden.

Die Einrichtung der Scheiben, Klappen, Hähne u. s. w. sei von der Art, daß durch sie die Dampföffnungen am wenigsten verengert werden, oder daß der Durchschnitt des einströmenden Dampfes nicht verkleinert werde.

Es muß zur Bewegung dieser Theile so wenig als möglich Kraft erfordert werden; darum wähle man unter andern auch solche Formen und Einrichtungen, bei welchen die Schwere der Theile so nahe wie möglich balancirt wird, und bei welchen die Reibungen am geringsten sind.

In jedem Falle muß der Schluß vollkommen sein. Die Erfüllung dieser Bedingung kann man besonders nicht genug berücksichtigen, weil die Construction und die Steuerung der hier gemeinten Theile um so schwieriger wird, je größer die Dampföffnungen sind oder sein müssen (man vergleiche das vorhergehende Kapitel Art. 193 c).

Wo dieses nur möglich ist, muß die Einrichtung und die Anbringung der Ventile, Scheiben u. s. w. und der Communicationskammern mit dem Cylinder

und dem Condensator oder der Heißwassercysterne so beschaffen sein, daß nach der Benutzung des Dampfes das im Cylinder verdichtete Wasser leicht abfließen könne, damit kein Dampf verloren geht und auch das Anbringen sogenannter Wasserventile unnöthig werde. Zugleich sei die Abflußöffnung, oder zum wenigsten der Abströmungskanal nach dem Condensator oder der Heißwassercysterne so groß oder so weit als möglich.

Ueber die Formen, Einrichtungen, Anbringungsarten und Wirkung dieser Theile nach den besonderen vorkommenden Fällen soll nun speciell gehandelt werden und zwar zuerst in der Voraussetzung, daß der Dampf während des ganzen Kolbenzuges mit vollem Drucke wirkt, auch soll später angegeben werden, in wieweit dieselben oder andere Einrichtungen benutzt werden können, wenn der Dampf mit Ausdehnung wirkt. Endlich habe man stets im Auge, daß die Art und Weise, durch welche die Bewegung der Scheiben, Klappen, Hähne u. s. w. abgeleitet wird von in Bewegung befindlichen Theilen der Maschine, jetzt weniger einen Theil der Betrachtung ausmacht, indem die nöthigen Anweisungen über diesen Gegenstand einen bessern Platz in einem der folgenden Kapitel finden.

§. I.

Ueber die Dampfventile oder Dampfklappen.

205. Die Anwendung sich öffnender Klappen zur Regulirung des Einstreichens und Ausfließens des Dampfes scheint zuerst stattgefunden zu haben in den Maschinen von einfacher Wirkung. Diese Ventile sind konisch und von derselben Gestalt, wie die Pumpenventile, oder auch wohl von gleicher Gestalt mit den konischen Sicherheitsventilen (also

Kegelventile). Sie müssen nothwendig aus Metall verfertigt sein, und die sogenannte Bettung oder das Lager dieser Ventile, nämlich der Ring der Oeffnung, welche sie verschließen, muß ebenfalls aus Metall sein.

Damit an den Beschreibungen nichts vermißt werde, folgt hier eine Erklärung der Art und Weise, wie diese Ventile in den Maschinen von einfacher Wirkung angebracht werden oder angebracht werden können.

AB Fig. 322 sei ein partieller Durchschnitt des Dampfcylinders; A die oberste Dampföffnung, B die unterste Dampföffnung. Diese Oeffnungen können rund oder viereckig sein. An diesen Cylinder ist angesetzt die runde Röhre CD, verbunden mit zwei runden oder viereckigen Kammern EF und GH, in welcher die metallenen Kegelventile ab, cd, ef in metallenen Ringen angebracht sind und dieselben verschließen. Diese Röhre CD dient dazu, um den obern Theil des Cylinders mit dem untern communiciren zu lassen, und eben so auch die in den Condensator geleitete Verlängerung dieser Röhre, während der Dampf aus dem Dampfkessel in die obere Kammer EF durch eine Querröhre einstreicht, deren Oeffnung bei S zu sehen ist.

Der kurzen Beschreibung zufolge, welche im zweiten Kapitel der ersten Abtheilung Art. 29ab gegeben worden ist, wirkt der Dampf z. B. über dem Kolben und drückt denselben nieder. Ist der Kolben niedergegangen, so wird die Communication zwischen dem Kessel und dem obern Theile des Cylinders abgesperrt; gleich darauf wird die Communication zwischen dem obern und untern Theile des Cylinders geöffnet; der Dampf wird dann gleichmäßig unter und über dem Kolben vertheilt, so daß der Kolben von oben wie von unten gleich starken Druck erfährt und durch die Schwere eines Gegengewichtes, wel-

ches an der andern Seite des Maschinenbaumes hängt, muß der Aufgang des Kolbens bewirkt werden. Sobald der Kolben emporgegangen ist, wird die Communication zwischen dem obern und untern Theile des Cylinders abgesperrt und die Communication zwischen dem Kessel und dem obern Theile des Cylinders sowohl, als auch diejenige zwischen seinem untern Theil und dem Condensator geöffnet, damit der Dampf unter dem Kolben nach dem Condensator abziehe und der Dampf aus dem Kessel wieder über den Kolben ströme, um letztern niederzudrücken u. s. w. Der Condensator steht deshalb allein in Communication mit dem untersten Theile B des Cylinders, wenn nämlich das Ventil ef gehoben ist. Der Kessel communicirt blos mit dem obern Theile A des Cylinders, wenn das Ventil ab gehoben ist. Wenn diese beiden Ventile geschlossen sind und das Ventil cd geöffnet, so kann der Dampf über dem Cylinder von da unter denselben streichen. Die Ventile ab und ef müssen deshalb beide geöffnet oder geschlossen sein; sie müssen gleichzeitig geschlossen werden, und im Augenblicke des Schließens muß zugleich das Ventil cd geöffnet oder gehoben werden. Hat der Kolben seinen Lauf beinahe vollbracht, so werde das Ventil cd geschlossen, ef sodann geöffnet und endlich auch wieder ab, wenn der Kolben seinen höchsten Stand erreicht hat; und obschon es besser ist, daß das Condensatorventil ef eher geöffnet werde, als das Dampfventil ab, so können jedoch diese beiden Ventile zu gleicher Zeit geöffnet werden, wie sie auch zu gleicher Zeit geschlossen werden.

Die Bewegung dieser Ventile wurde anfangs auf die Weise erlangt, daß man mit den obern Flächen derselben eine kurze Zahnstange gh (Fig. 323) verband, die von hinten mittelst einer Unterstützung lm geleitet wurde, während das Ventil selbst eben-

falls durch ein Schwanzstück n o, welches durch das Auge eines Querstäbchens der metallenen Bettung p q läuft, ganz so geleitet wird, wie es bei Sicherheitsventilen der Fall ist. Auf die genannte Zahnstange wirkte ein kurzer gezahnter Bogen i k, der auf einer horizontalen Spindel aufgezogen ist, deren eines Ende durch eine dampfdichte kleine Stopfbüchse läuft und sich bis an die Außenseite der Kammer E F verlängert (siehe den Aufriß der hintern Seite dieser Kammer Fig. 324) und einen Stiel r s enthält, der mittelst der niedergehenden Stange s t in Verbindung mit einem Kniestück steht, welches durch einen Hebekopf, der entweder mit der Stange der Luftpumpe oder mit einer besondern dazu dienenden Stange 2c. verbunden ist (wie weiter unten ausführlicher erklärt werden soll), emporgedreht wird, wenn der Kolben niedergehen soll, und niederwärts gedreht wird, wenn der Kolben seinen Niedergang vollbracht hat. Und eben so werden auch die beiden andern Ventile durch besondere Bogen und Kniestücke im richtigen Augenblick in Bewegung gesetzt.

Statt durch Zahnbogen können die Ventile auch durch kurze Arme wirken, wie es im folgenden Artikel für Maschinen von doppelter Wirkung angegeben ist. Später hat Watt diese Art, die Ventile zu heben, aufgegeben und es für zweckmäßiger gehalten, mit dem Mittelpunkte der Ventile Stangen zu verbinden, welche durch Stopfbüchschen an die Außenseite der Ventilkammer laufen.

Obschon man die Ventile auch so anbringen kann, daß an den Enden ihrer nach außen sich fortsetzenden Stangen besondere Kniehebel wirken (was den besten Effect gibt, die wenigste Kraft erfordert und hinsichtlich des guten Schließens jedes einzelnen Ventiles am meisten sichert), um jedes Ventil einzeln zu bewegen, so ist jedoch der Vortheil zu gering, als

daß man nicht eine andere Einrichtung wählen sollte, bei welcher zum wenigsten die Dampf- und Condensatorventile, welche mit denselben durchlaufenden Stangen verbunden sind, auch gleichzeitig bewegt werden.

Diese Einrichtung ist dargestellt in Fig. 325. Das Dampfventil a b und das Condensatorventil e f sitzen an derselben durchlaufenden Stange P Q, welche oben durch ein Stopfbüchschen läuft, das auf dem Deckel der Kammer E F angebracht ist. Bei K läuft diese Stange durch ein zweites Stopfbüchschen und bei L M durch die hohl ausgebohrte Stange des Communicationsventiles c d. Diese hohle Stange läuft bei M durch eine Stopfbüchse und bei L trägt sie ein Stopfbüchschen für den dampfdichten Durchgang der Stange P Q. Diese beiden Stangen P Q und L M werden durch Hebeköpfe, Kniestücke, auf- und niedergehende Galgen oder auf sonst eine Weise (wie es weiter unten deutlich gemacht werden soll) jede einzeln bewegt, und obschon die Verfertigung der Ventile, auf diese Weise mit hohlen und mit durchgehenden Stangen eingerichtet, keine geringen Schwierigkeiten verursacht, so ist mit diesem Apparat der Vortheil verbunden, daß, da die Schwanzstücke der Ventile nicht in festen, mit den Ringen der Ventilöffnungen verbundenen Augen geleitet werden, diese Oeffnungen auch die allerwenigsten Behinderungen für das bequeme Ein- und Ausströmen des Dampfes verursachen; die Oeffnung des Condensatorventiles kann sogar ganz unverkleinert oder unbehindert sein, wenn das Ventil e f gehoben ist. Auf der andern Seite muß noch größere Reibung überwunden werden, als in dem Falle, wo die Ventile durch Zahnbogen gehoben werden, und weil die Röhre C D durch ihre zwei Bogen bei C und D eine größere Länge hat, ist auch der Dampfverlust durch Abkühlung und Condensation größer.

Um die hohle Stange LM zu vermeiden, kann auch die Kammer des Ventiles cd seitlich unter der Röhre CD angebracht werden, so daß das Ventil in einer umgekehrten Stellung angebracht und seine Stange nicht aufgezogen, sondern niedergezogen wird (siehe Fig. 326).

Und da bei dieser Art, das Ventil anzubringen, die zwei Stangen der drei Ventile immer gleichzeitig und gleichviel auf= und niedergehen, so geht hieraus hervor, daß die drei Ventile auch auf dieselbe Stange gezogen werden können, wie schon von Andern vorgeschlagen ist (siehe Fig. 327), während das Communicationsventil cd in der obersten Kammer EF angebracht ist.

Diese letztere Einrichtung gewährt in manchen Fällen vor der zuerst beschriebenen Vortheile. Zuerst wird, um die einzelne Stange der drei Ventile zu heben, nur ein mechanischer Theil erfordert; — zum andern braucht nur eine Reibung überwunden zu werden, da die durchgehende Stange PQ nur durch ein Stopfbüchschen P läuft; aber sie muß dagegen unten bei Q durch ein festes Auge geleitet werden, so daß das Oeffnen des Condensatorventiles behindert wird; es kann indessen diese Unannehmlichkeit dadurch vermindert werden, daß man dieses Ventil größer nimmt. Zum dritten findet die Condensation nun auch statt in der Communicationsröhre CD, so daß das Einstreichen des Dampfes von oben bis unter den Kolben bequemer ist, als bei den andern Einrichtungen. Auch ist sie gegenwärtig nur bei dem Aufgange des Kolbens mit benutztem Dampfe gefüllt, während sie sonst beständig Dampf enthält von derselben Spannung, als derjenige im Kessel, der durch Abkühlung von Zeit zu Zeit verloren geht. Wenn jedoch die Stange PQ niedergeht, um die Dampf= und Condensatoröffnungen zu schließen und um das Communicationsventil cd zu öffnen, so kann der

Dampf **S** zugleich in die Röhre **CD** während der Zeit fließen, daß die Ventile **ab** und **ef** noch nicht geschlossen oder noch nicht in ihre Bettung eingetreten sind. Obgleich die Zeit sehr kurz ist (denn die Ventile werden auf einmal mit einem einfachen Stoß gehoben oder niedergedrückt), so muß dennoch einiger Dampfverlust stattfinden, welchem sich auf keine andere Art vorbeugen läßt, als daß man das Ventil **ab** mit einer hohlen Stange verbindet, durch welche die Stange **PQ** (welche alsdann die Ventile **cd** und **ef** trägt) läuft, und daß man diese beiden Stangen wiederum besonders in Bewegung setzt. Aber auch in diesem Fall ist die Einrichtung noch zweckmäßiger und viel einfacher, als eine der erst beschriebenen Fig. 322 oder 325 und 326.

206. In den Maschinen von doppelter Wirkung muß der Dampf unter dem Kolben nach dem Condensator abfließen, wenn er aus dem Kessel über den Kolben strömt; das Umgekehrte muß stattfinden bei der Wirkung des Dampfes unter dem Kolben. Und da alsdann die obere Dampföffnung sowohl als die untere nicht nur mit dem Kessel sondern auch mit dem Condensator communiciren muß, so sind vier Ventile erforderlich. Das Anbringen dieser Ventile kann auf mehr, als eine Weise ausgeführt werden.

Zuerst kann man vor dem Cylinder eine Röhre anbringen, die oben und unten mit einer Kammer in Verbindung steht, in welcher die Ventile arbeiten. Die obere Kammer kann mittelst eines Querrohres mit dem Kessel communiciren, wie auch unter dem Ventil eine Communication mit dem obern Theile des Cylinders bestehen muß (gerade so, wie in Fig. 322); die untere Röhre communicire mit dem Condensator, jedoch **nicht** mit dem untern Theile des Cylinders. Wenn diese Ventile abwechselnd geöffnet und geschlossen werden, so kann auch der Dampf regelmäßig

über den Kolben streichen und alsdann wiederum nach dem Condensator abfließen. Eine ähnliche Röhre mit zwei Ventilen in derselben Kammer wird an der ersten, oder an der andern Seite des Cylinders, oder an einer andern Stelle seines Umfangs so angebracht, daß der Dampf aus dem Dampfkessel über das erste Ventil streichen kann, damit der untere Theil des Cylinders mit dem Raum in Communication komme, welcher zwischen den beiden Ventilen liegt, und damit das Rohr unter dem zweiten Ventile mit dem Condensator communiciren könne.

Zum andern kann man vor dem Cylinder eine geschlossene Röhre anbringen, welche oben mit der obersten Dampföffnung und unten mit der untersten Dampföffnung communicirt. In dieser Röhre müssen zwei Ventile thätig sein, das erste unter der Stelle, wo die obere Dampföffnung angebracht ist, und das zweite über dem Punkte, wo die untere Dampföffnung angebracht ist. Das Dampfrohr muß entspringen in dem Raume zwischen den beiden Ventilen, und dieser Raum ist dann gleichsam eine Dampfkammer. An diese Röhre, oder derselben gegenüber, oder an irgend einem andern Punkte werde eine zweite Röhre angebracht, die unten und oben durch zwei andere Dampföffnungen mit dem Cylinder communicirt und auch zwei Ventile enthält, während der mittlere Theil der Röhre mit dem Condensator communicirt. Bei dieser zweiten Einrichtung strömt dann der Dampf nur durch eine Röhre ein, wie er auch nur durch eine Röhre ausfließt, aber es müssen vier Dampföffnungen vorhanden sein, nämlich zwei, durch welche der Dampf zufließt, und zwei, durch welche er abfließt.

Endlich lassen sich diese beiden Einrichtungen vereinigen, so daß man statt vier Dampföffnungen und vier Ventilkammern nur zwei Oeffnungen und

zwei Kammern bekommt, von denen jede mittelst einer Röhre mit dem Kessel und mit dem Condensator communiciren. Diese Einrichtung besitzt nun auch die wenigste Complication und entspricht dem Zweck am besten.

Von den vier Ventilen können immer die zwei entgegengesetzten gleichzeitig bewegt werden, nämlich das Ventil für die obere Dampföffnung mit dem Ventile der untern Condensatoröffnung, und das Ventil der untern Dampföffnung mit demjenigen der obern Condensatoröffnung. Es müssen deshalb nur zwei Bewegungen stattfinden, und in dieser Hinsicht ist der Apparat nicht complicirter als für Maschinen von einfacher Wirkung. Uebrigens kann das Heben der Ventile durch gezahnte Bogen, durch kurze Arme mittelst durchgehender und hohler Stangen auf dieselbe Weise bewerkstelligt werden, wie dieses für Maschinen von einfacher Wirkung angegeben worden ist; es sind jedoch einige Erläuterungen zum Verständniß der Sache erforderlich.

Die 328. Figur ist ein vertikaler Durchschnitt einer solchen Einrichtung, bei welcher die Ventile durch gezahnte Bogen gehoben werden. Die obere und untere Dampföffnung **A** und **B** communiciren beide mit einer Kammer oder vielmehr mit zwei übereinandersitzenden Kammern **CD** und **EF**. Jede dieser Kammern ist so eingerichtet, daß sie an drei verschiedenen Stellen geöffnet werden kann, um zu den Ventilen gelangen zu können, wenn sie mangelhaft werden sollten. Die oberen Theile **C** und **E** dieser Kammern communiciren durch eine an der Seite niedersteigende Röhre **GH** (siehe in Fig. 329 den Aufriß von hinten), und an der obern Kammer ist zugleich das Dampfrohr **I** angebracht. Die untern Theile **D**, **F** communiciren ebenfalls durch eine zweite Seitenröhre **KL**, welche sich bei **LM** nach dem

Condensator fortsetzt. In die obern Theile C, E streicht deshalb der Dampf ein, und es sitzen auch in ihnen die Dampfventile a b. In den untern Theilen D, F findet der Dampf einen Ausgang nach dem Condensator, und c und d sind die Condensatorventile. Aus der Figur lassen sich die Zusammensetzung und die Formen der Theile zur Genüge entnehmen, während sich dabei auch leicht begreifen läßt, daß wenn die Ventile a und d geöffnet werden, nachdem kurz zuvor die Ventile b und c geschlossen worden sind, der Dampf über den Kolben streichen, und unter dem Kolben durch die Oeffnung des Ventiles d nach dem Condensator abziehen müsse. Schon vor dem Ende des Kolbenzuges werden die Ventile a und d niedergedrückt, und wenn darauf der Zug vollbracht ist, werden die Ventile b und c gehoben, so daß der Dampf aus dem Kessel durch die Röhre G H und durch die Oeffnung des Ventiles b unter den Kolben gelangt, und der benutzte Dampf aus dem obern Theile des Cylinders durch die Oeffnung des Ventiles c und durch die niedersteigende Röhre K L M nach dem Condensator abgeleitet wird. Zum bessern Abfluß des gebildeten Wassers und auch zum leichtern Abzug des Dampfes muß die Condensatorröhre unten (statt an der Seite) mit den Kammern D, F verbunden werden, so daß sie gerade die Richtung verfolgt, welche durch die punktirten Linien angegeben ist.

Diese abwechselnden Bewegungen bekommen die Ventile durch Anwendung von kleinen gezahnten Bogen e, f, g, h, deren Spindeln an der einen Seite aus den Kammern C D, E F heraustreten (man vergleiche, der Erläuterung halber, Fig. 330, welche einen Durchschnitt durch's Innere der obern Kammer gibt, jedoch ohne die Dampf- und Condensatoröffnungen), und an deren viereckigen Köpfen die Arme

i, k, l, m aufgezogen und wiederum mit den Kniestücken Vo, Wt, Ws, Vp durch die Scharnierstange no, pq, rs, tu verbunden sind. Die Achsenspindeln VW dieser Kniestücke werden durch zwei andere Arme (welche in der Figur nicht angegeben sind) hin- und hergedreht und zwar durch Hebeköpfe, die an der Stange des Luftpumpenkolbens angebracht sind, oder auf sonst eine andere Weise. Sobald die Achsenspindel V bewegt wird, gehen die Ventile a und d auf und nieder, und durch die Bewegung der Achsenspindel W werden die Ventile b und c gehoben, oder niedergedrückt; und damit die Achsenspindeln der kleinen gezahnten Bogen immer dampfdicht schließen oder keine seitliche Bewegung erlangen, werden sie angedrückt erhalten durch die Schrauben v, w, x, y (Fig. 329), deren Muttern entweder in mit den Ventilkammern verbundene vortretende Arme oder in die Bügel P, Q, R, S, geschnitten sind, welche diese Ventilkammern umgeben, sich zugleich mit den Achsenspindeln der Zahnbogen drehen können und dadurch auch der Schwere der gezahnten Bogen das Gleichgewicht halten können.

Bei manchen Dampfmaschinen hat Watt zur bequemern Zusammensetzung die gezahnten Bogen und Zahnstangen durch kurze Arme a' d' ersetzt (siehe den Durchschnitt Fig. 331), die in einen offenen viereckigen Kopf d' eingreifen, der mit dem Stängelchen c' des Ventiles a verbunden ist; und zur Leitung der Bewegung des Ventiles sitzt auf dem Kopfe d' ein Stängelchen e', welches durch ein festes metallenes Leitauge im Mittelpunkt eines Querstäbchens f' g' läuft. Später jedoch ist Murdoch (Watts Nachfolger in der berühmten Fabrik zu Soho bei Birmingham) auf die Idee gekommen, die Ventile mittelst durchlaufender Stangen zu heben und niederzudrücken, sowohl wegen der bequemern Construction, als auch,

weil bei der ersten Einrichtung die größere Anzahl von Fugen und Verbindungsstellen eine größere Wahrscheinlichkeit einer frühern Unbrauchbarkeit und Leckwerden der Maschine darbot.

Die von Murdoch angewendeten Ventile sind die sogenannten concentrischen, d. h. Ventile mit durchlaufenden und mit hohlen Stangen, von denen im vorhergehenden Artikel bereits die Rede war. (Vergl. Fig. 325.) Die Anbringung und Einrichtung derselben ist wie bei einer Dampfmaschine von doppelter Wirkung und läßt sich aus Fig. 332 entnehmen, indem sie einen Durchschnitt durch die ganze Höhe der Röhren und Ventilkammern gewährt. In die obere Kammer streicht der Dampf durch die Röhre A; er kann auch durch die Röhre CD in die obere Abtheilung der untern Ventilkammer strömen. Zugleich stehen die untern Abtheilungen der Ventilkammern durch eine seitenständige Röhre mit einander in Verbindung, und diese Verbindungsröhre läuft ferner nach dem Condensator auf dieselbe Weise, wie bei der Einrichtung in Fig. 329. a und c sind die Dampfventile; b und d die Condensatorventile; sowohl a und d als b und c werden abwechselnd, jedoch zugleich aufgezogen und niedergedrückt. Die Stangen von a und c sind hohl, und durch dieselben laufen die Stangen der Ventile b und d. Letztere Stangen werden geleitet zuerst durch die Leitaugen e und f der Mittelstäbchen der Ventilbettungen; sodann durch die Stopfbüchschen g und h (der Hauptzweck dieser Stopfbüchsen ist indessen das Entweichen des Dampfes zu verhindern); und endlich noch durch die Leitaugen i und k der Arme kl und im, welche verbunden sind mit dem an den Ventilkammern festgeschraubten Rahmen IK und LM. Sowohl die hohlen als die durchlaufenden Stangen werden außerhalb der Kammern gefaßt oder ergriffen von den

runden oder gabelförmigen Enden der Hebestäbchen no, pq, rs, tu, welche um die kurzen Achsenspindeln v drehbar sind, die in den so eben erwähnten Rahmen IK und LM hängen. Die Hebel der Ventile b und c sind durch Gelenke mit derselben Stange oq verbunden, und die Hebel der Ventile a und d sind auf gleiche Weise durch eine Scharnierstange su gekoppelt. Diese letztern Stangen sind wiederum bei u und q mit den Stangen uw und qx verbunden, welche an den Armen xy, wz der Spindel O sitzen, deren niedersteigender Arm OP durch die Stange der excentrischen Scheibe (die an der Welle des Schwungrades aufgezogen ist) hin- und herbewegt wird, um die Ventile zu heben und niederzudrücken, welches letztere noch über dieses befördert werden kann durch das Beschweren der Ventilstangen mit Uebergewicht, was auch häufig angewendet wird, um den guten Schluß zu befördern.

In Fig. 333 ist die Einrichtung mehr vereinfacht dargestellt. A und B sind die Dampföffnungen des Cylinders zwischen den beiden Ventilen a, b und c, d. Der Dampf streicht ein durch die Oeffnungen S und S', und durch die Oeffnungen V und V' zieht derselbe nach dem Condensator ab, so daß die Richtungen der Röhren ungefähr dieselben sind, wie oben. Die auf der Außenseite vortretenden Enden, sowohl der durchlaufenden, als der hohlen Ventilstangen sind durch kurze Arme EF, CD, IK, GH fest (d. h. ohne Gelenke ꝛc.) mit den Stangen FH und DK verbunden. Diese Stangen werden durch Augen o, welche in die Ausbreitung der obern Ränder der Ventilkammern gebohrt sind, geleitet; sie sind in der Mitte mit den Ringen LM, no vereinigt (siehe auch Fig. 334), durch welche die liegende Welle PQ läuft, und diese Welle, deren Bewegung durch Räderwerk von der Welle des Schwungrades

abgeleitet wird, trägt in jedem Ringe eine runde oder dreieckige excentrische Scheibe n p q, welche abwechselnd gegen die untere und obere Seite des Ringes wirkt, um die Stangen sammt den mit ihnen verbundenen Ventilen zu heben und niederzudrücken u. s. w.

Dieselbe Einrichtung ist für Dampfmaschinen von mittlerem Kaliber noch viel compendiöser in den Fig. 335 und 336 dargestellt, die nach dem, was bereits vorausgeschickt worden, keiner weitern Erklärung bedürfen, und es braucht nur bemerkt zu werden, daß die Stangen FH und DK nicht durch Ringe gebrochen sind, sondern unten mit einer Gabel endigen, um eine Rolle r aufnehmen zu können, auf welche die excentrischen Scheiben p und q abwechselnd wirken; die Ventile müssen also durch ihre Schwere und durch diejenige der Stangen niedergedrückt werden. Die Handgriffe, welche bei T abgebildet sind, dienen dazu, die Ventile mittelst der Hand zu öffnen und zu schließen, wenn die Maschine angelassen werden soll; sie werden alsdann umgedreht und wirken gegen die Daumen u u, wodurch die Stangen gehoben werden.

Für den Fall, daß jedes der Ventile in einer besondern Kammer thätig ist, zur Vermeidung der concentrischen Ventile, muß jede Kammer (Fig. 337) A, B, C und D durch eine besondere Oeffnung S, T und S', T' mit dem Cylinder oder mit den Dampföffnungen des Cylinders communiciren. Der Cylinder muß alsdann vier Dampföffnungen haben, oder noch besser: die Mündungen der zwei Dampföffnungen communiciren sowohl mit den Oeffnungen T und T' der Kammern B und D, als auch mit den Oeffnungen S und S' der Kammern A und C. Es würde auch genügen, wenn die Kammern B und D nur mit dem Cylinder communicirten, sobald sie

dann nur zugleich unter den Ventilen a und d mit den Kammern A und C in Communication ständen. Die Einrichtung ist übrigens nicht schwierig zu verstehen. Der Dampf streicht ein durch die Röhre S'' und gelangt in die Kammern B und D über den Ventilen a und d; die Kammern A und C communiciren unter den Ventilen b und c mit dem Condensator. Die Stangen der Ventile a und c (welche zugleich bewegt werden müssen) sind außerhalb der Kammern durch kurze Arme gh, ik mit der Stange hkl verbunden; und die Stange der Ventile b und d (welche zugleich wirken müssen), sind auf dieselbe Weise mit der Stange opr verbunden. Diese Stangen werden geleitet durch metallene Leitaugen in den obern Rändern der Ventilkammern und abwechselnd emporgestoßen durch Hebeköpfe, die an der Welle sitzen, welche durch die Wirkung der excentrischen Scheibe der Dampfmaschine hin- und hergedreht wird.

Man kann auch endlich noch sowohl um die concentrischen Ventile, als die complicirte Einrichtung bei der Anwendung von vier Ventilkammern zu vermeiden, den Plan verfolgen, welcher für eine Maschine von einfacher Wirkung bereits oben erwähnt worden ist (siehe Fig. 227), indem man nämlich die Dampf- und die Condensatorventile durch eine und dieselbe Stange mit einander verbindet, nur muß das Condensatorventil (Fig. 327 bei cd) in einer umgekehrten Richtung angebracht werden. Sicherlich erlangt die Einrichtung hierdurch so viel Einfachheit, als nur immer möglich, während dann auch die Stangen der auf diese Weise gekoppelten Ventile mit einer und derselben Stange außerhalb der Kammern verbunden werden können. Soll aber nicht bei jeder Bewegung der Ventile etwas Dampf aus dem Dampfrohre nutzlos in den Condensator entweichen,

so muß die Bewegung der genannten Stangen immer sehr plötzlich erfolgen, was einen Verlust von Kraft verursacht und auch die Gelegenheit gibt, daß der Apparat früher wandelbar wird.

Außer diesen Gründen gibt es jedoch noch andere sehr wichtige, in Folge welcher die Anwendung dieser gekoppelten Ventile schwierig oder vielmehr nicht rathsam wird, nämlich die geringere Wahrscheinlichkeit, daß sie, wenn auch noch so gut gestellt (was an sich selbst bereits schwierig ist), immer zu gleicher Zeit ihre Oeffnungen verschließen, ohne frühzeitiger, als für den Fall, wenn sie nicht gekoppelt sind, einem Leckwerden unterworfen zu sein. Für Maschinen von einfacher Wirkung ist diese Bemerkung von viel geringerem Gewicht.

207. Wenn die Dampföffnungen wenigstens einen Durchschnitt von $\frac{1}{25}$ der Kolbenoberfläche darbieten sollen, darf auch der Durchmesser der Oeffnungen der Dampfventile nicht kleiner sein, als $\frac{1}{5}$ des Dampfkolbendurchmessers, d. h. nämlich, wenn der Dampf mit niederem Druck wirkt. In kleinen oder in mittleren Dampfmaschinen darf dieses Verhältniß wohl ein wenig größer genommen werden, weil die Behinderungen, welche der Körper des Ventiles und die Ventilstange verursachen, alsdann verhältnißmäßig größer sind. Der Durchmesser der Büchse oder der Kammer, in welcher die Ventile thätig sind, betrage nicht weniger, als $1\frac{1}{2}$ Mal den größten Durchmesser des Ventiles. Der Hub des Ventiles betrage nicht weniger, als $\frac{1}{4}$ seines größten Durchmessers, und wenn man die konische Form eine Abschrägung von 45 Grad nehmen läßt, so ist der Schluß gut und die Klemmung nicht so stark. Die Oeffnungen, welche den Dampf in den Condensator leiten, können (eben so, wie die Ventildurchmesser) größer genommen werden, als die Dampföffnungen, damit der benutzte

Dampf durch den geräumigern Abzugskanal auf's bequemste abziehen könne; eine beträchtlichere Größe, als $\frac{1}{5}$ ist jedoch unnöthig, und in diesem Verhältnisse können auch die runden, oder besser die viereckigen Dampföffnungen im Cylinder vergrößert werden.

Die Möglichkeit, die Oeffnungen im Condensator vergrößern zu können, ohne daß das Mechanische der Einrichtung dadurch complicirter wird, ist ein Vortheil, den Ventile von selbst darbieten. Ein anderer Vortheil liegt in dem geschwinden Heben und Niederdrücken der Ventile, oder vielmehr in dem Umstande, daß sie beinahe in demselben Augenblicke, wo das Heben stattfindet, zugleich die größte Dampföffnung geben, möge nun der Dampf mit vollem Druck oder durch Ausdehnung wirken. Hinsichtlich des guten Schlusses verdienen sie zwar in manchen Fällen, jedoch nicht im Allgemeinen, den Vorzug vor andern Mitteln, indem auch Gelegenheit zur frühern Abnutzung vorhanden sein kann.

Diesen Vortheilen stehen Unannehmlichkeiten oder Nachtheile entgegen, weshalb Ventile jetzt selten mehr angewendet werden. Zuerst wird die Einrichtung durch die mehrern Röhren und Kammern, Stangen u. s. w. nicht wenig complicirt, wenigstens besitzt sie keinesweges die hohe Einfachheit, die man z. B. bei den Dampfschubladeneinrichtungen antrifft. Diese größere Complication gibt sodann auch früher Veranlassung zum Leckwerden oder zu andern Mängeln. Eine freie Oeffnung gewähren die Ventile dem einströmenden Dampfe nicht, im Gegentheil behindern sie die Durchflußöffnungen wesentlich; — bei den concentrischen Ventilen ist dieses ganz besonders der Fall; — die Oeffnungen oder Abzuchten für den abfließenden Dampf sind weniger behindert. Endlich erfordern die Ventile, um gehoben zu werden (ohne die Reibung mit in Anschlag zu bringen), viel Kraft,

so daß sie in dieser Hinsicht für Maschinen von einem großen Kaliber, oder für solche, in welchen der Dampf mit mittlerem oder mit hohem Drucke wirken soll, sehr unvortheilhaft sind. Wenn die Ventile gehoben werden sollen, drückt bekanntlich der Dampf mit voller Kraft auf die Oberflächen derselben, während auf der andern Seite nur die Spannung des verdünnten Dampfes entgegenwirkt.

Da nun die Oberfläche der Ventile $\frac{1}{25}$ der Oberfläche des Dampfkolbens beträgt, und jedesmal zwei Ventile gleichzeitig gehoben werden, so ist der zu überwindende Widerstand auch $= \frac{2}{25}$ des ganzen Dampfdrucks auf die Oberfläche des Kolbens. Und wenn die Oeffnung sehr geschwind erfolgt, so kann man rechnen, daß die Dauer der Ventilbewegung $\frac{1}{10}$ derjenigen eines ganzen Kolbenhubes beträgt. Die Höhe, bis zu welcher das Ventil gehoben wird, beträgt $\frac{1}{4}$ seines größten Durchmessers, oder noch nicht $\frac{1}{20}$ vom Kolbendurchmesser, deshalb im Durchschnitt $\frac{1}{40}$ des Kolbenhubes. Um eine Last bis auf $\frac{1}{40}$ einer gewissen Höhe in $\frac{1}{10}$ einer gewissen Zeiteinheit zu heben, ist eine Kraft erforderlich, welche im Stande ist, in demselben Zeittheile $\frac{1}{40}$ der Last zu heben, bis auf die ganze Höhe, oder $\frac{10}{40}$ bis auf die ganze Höhe in der ganzen Zeit.

Die Last erfordert also $\frac{10}{40}$ von $\frac{2}{25}$ oder $\frac{1}{50}$ der ganzen Kraft; und während der eigentliche Nutzeffect häufig nur $\frac{1}{2}$ der ganzen Kraft beträgt, kann die Kraft, welche zum Heben der Ventile erforderlich ist, bis zu $\frac{1}{25}$ der Nominalkraft der Maschine gehen. Auf eine Maschine von 25 Pferdekräften wäre also eine Pferdekraft erforderlich, um den Widerstand der Ventile während der Zeit, wo das Heben stattfindet, zu überwinden. Und diese Rechnung ist nicht zu hoch, wenn man in Anschlag bringt, daß die Ventile mit einem Stoß aus der Ruhe in Be-

wegung gebracht werden müssen. Ohne diesen Umstand würde der Widerstand weniger betragen, weil derselbe bereits beträchtlich abnimmt, sobald die Ventile nur so wenig gehoben sind, daß der Dampf durchfließen kann.

Watt hat in vielen seiner Dampfmaschinen von einfacher Wirkung an den Stangen der Ventile einen kleinen Kolben angebracht, um die Unannehmlichkeit des Dampfwiderstandes, wenn auch nicht ganz, jedoch größtentheils zu beseitigen, besonders auch um deswillen, weil dieser Widerstand die Steurung der Ventile sehr schwierig macht, wenn sie bei dem Anlassen der Maschine mit der Hand gehoben und niedergedrückt werden müssen.

Auch auf Dampfmaschinen von doppelter Wirkung läßt sich diese Einrichtung eben so gut anwenden. Es sei A (Fig. 338) z. B. die obere Dampföffnung eines Treibcylinders; BCDE die Kammer des entsprechenden Dampfventiles a, an dessen Stange das mit Hanf geliderte Kölbchen cd angebracht ist, welches dampfdicht an die Wände der ausgebohrten Kammer oder Büchse schließt. Die Oeffnung des Dampfrohres S befindet sich zwischen dem Kölbchen cd und dem Lager des Ventiles a, so daß sowohl die obere Fläche des Ventiles, als die untere Fläche des Kölbchens vom Dampfe gedrückt werden. Da nun der Kolben von unten nach oben gedrückt wird, während das Ventil durch den Dampfdruck niedergehalten wird, so wird letzterer durch das Heben des Ventiles in's Gleichgewicht gesetzt und beinahe nicht erlitten, denn man kann die Oberfläche des Kolbens um so viel größer machen, als die Oberfläche des Ventiles, so daß auch die Reibung des Kolbens in Folge des größern Dampfdruckes gegen seine untere Fläche beinahe überwunden werden kann. Man berücksichtige hierbei noch, daß durch ein klein Röhrchen

ofs eine Communication zwischen dem Cylinder (oder der Mündung der Dampföffnung) und dem Raum über dem Kölbchen c d hergestellt werden müsse, damit bei dem Niederdrücken des Ventiles die obere Fläche des Kolbens eben so stark gedrückt werde, als seine untere Fläche. Der genannte Raum sei jedoch der geringste, damit der Dampfverlust nicht zu groß werde. Bei Anwendung sogenannter concentrischer Ventile wird die Anwendung dieses Mittels umständlich und schwierig, mit andern Worten, es kann nur mit Erfolg benutzt werden, wenn jedes der vier Ventile in einer besondern Kammer oder Büchse wirkt.

Wenn jedoch die größere Complication ein Hauptgrund ist, weshalb die Anwendung von Dampfschubladen und von Dampfschiebern vorzugsweise statt der Dampfventile gewählt wird, so behalten sie natürlich ihren Vorzug, wenn Kölbchen an den Ventilstangen angebracht werden, denn durch diese wird die Verfertigung erschwert und die Complication vermehrt.

Obschon die Einrichtung keinesweges einfacher wird, so kann doch ein zweites Ventil denselben Dienst thun, als das Kölbchen; dieses Ventil gleicht dem eigentlichen Dampfventil a, muß dann an der Stange da angebracht werden, wo das Kölbchen c d saß, es muß eine entsprechende Oeffnung oder einen konischen Ring verschließen und die Büchse, in welcher es spielt (die durch ein besonderes Röhrchen mit dem Cylinder communiciren muß), darf dem Durchmesser nach so wenig wie möglich vom Durchmesser des Ventiles differiren, damit der Dampfverlust so klein wie möglich werde.

Man kann diesen Dampfverlust großentheils vermeiden, wenn man die Ventilstange durchlaufen läßt und unten an dieselbe ein zweites Kölbchen befestigt (oder ein drittes Ventil, welches jedoch in umgekehrter Richtung angebracht wird), auf gleiche Weise

wie an das obere Ende ein Kölbchen befestigt ist; denn bei dem Niederdrücken des Ventiles müssen die Drucke auf die gegenüberliegenden Flächen der beiden Kolben einander balanciren, auf gleiche Weise wie die Drucke auf die beiden Flächen des Ventiles einander gleich sind. Weil aber dieses zweite Kölbchen doch Raum braucht, um wirken zu können, und ein Theil dieses Raumes vom Dampf eingenommen wird, bevor das Ventil völlig geschlossen ist, so kann einiger Dampfverlust nicht vollkommen vermieden werden, und die größere Complication raubt in jedem Falle den noch möglichen Vortheil u. s. w.

Hornblower erfand für das Einströmen des Dampfes in atmosphärische Maschinen einen hohlen Cylinder, welcher wie ein Ventil wirkte und mit wenig Kraftverlust gesteuert wurde. Dieses Ventil verdient in vielen Fällen den Vorzug vor dem von Watt angegebenen Kölbchen.

AB (Fig. 339 und 340) sei wie oben eine Kammer, die mit dem obern oder untern Theile des Treibcylinders verbunden ist; in diese mündet sich das Dampfrohr S ein. Im Boden dieser Kammer liegt eine metallene Scheibe ab mit einem sauber abgedrehten konischen Rand. Diese Scheibe hat auch die Gestalt eines umgekehrten Kegelventiles. Ueber der Scheibe liegt ein hohler metallener Cylinder cdefgh, welcher unten einen konischen Rand cd besitzt, der dampfdicht an den konischen Rand ab der Scheibe anschließen kann und an der äußern Kante noch mit einem ähnlichen konischen Rande he versehen ist, welcher in den konisch ausgedrehten Ring ik mit vollkommenem Schlusse paßt. Ueber die Mitte dieses Cylinders liegt ein Stäbchen m, in welchem die Stange no festgeschlossen ist; und diese Stange wird ferner geleitet in einer durchlaufenden Büchse, welche bei p in die Scheibe ab gearbeitet ist. Wird

nun die Stange sammt dem mit ihr verbundenen hohlen Cylinder emporgezogen, so hört letzterer auf, an der Scheibe a b zu schließen, und der Dampf findet alsdann Gelegenheit, durchzuströmen, während keine Communication zwischen dem Dampfrohr und dem Cylinder besteht, sobald der Cylinder niedergedrückt wird und sowohl an a b als an i k dampfdicht schließt.

Diese Einrichtung ist das Umgekehrte von der gewöhnlichen. Statt daß das Ventil beweglich ist und in den Ring der Oeffnung oder in seine Bettung eingreift, ist hier das Ventil befestigt, und der Rand oder der Ring werden bewegt; hat dieser nun die geringste Dicke, so wird der Dampfdruck allein vom Rande erlitten und bietet deshalb einen merklich geringern Widerstand dar, als in demjenigen Falle, wo das Ventil bewegt wird.

Wenn man indessen bedenkt, daß in der Dampfkammer ein hohler Cylinder B C (Fig. 341) mit einer seitenständigen Oeffnung a b bewegt wird, die mit einer Dampföffnung A des Cylinders übereinkommt, und daß dieser Cylinder übrigens an der Wand der Dampfkammer mittelst einer Liderung dampfdicht schließt: so hat diese Einrichtung einige Aehnlichkeit mit dem von Hornblower erfundenen Ventile. Zugleich hat sie auch Aehnlichkeit mit der Einrichtung hohler oder durchlaufender Dampfschubladen und obgleich sie an sich selbst für die Anwendung sich weniger eignet, kann sie doch dazu dienen, um den Complex dieser Mittel kennen zu lehren und um zu erläutern, wie diese Einrichtung aus jener auf eine natürliche Weise hergeleitet werden kann.

§. II.

Ueber die Dampfhähne.

208. Zu den Mitteln, welche sich auf eine sehr natürliche Weise dem Geiste darbieten, um die Com-

munication zwischen dem Cylinder und dem Dampfkessel abwechselnd zu öffnen und abzusperren, eben so wie die Communication zwischen dem Treibcylinder und dem Condensator, oder der Heißwassercysterne, oder der atmosphärischen Luft selbst, gehört der Hahn, welche Form übrigens demselben auch gegeben sein möge.

Schon der gewöhnliche oder einfache Hahn mit einer durch den Schlüssel laufenden Oeffnung kann für den bezeichneten Zweck benutzt werden. Es muß dann eine solche Einrichtung getroffen werden, wie sie im ersten Theile dieses Werkes (Abtheilung 1, Art. 28) gewählt ist, um den abwechselnden Zufluß und Abfluß des Dampfes über und unter dem Kolben auf eine deutliche Weise zu versinnlichen. Aber es müssen dann vier Hähne, vier Dampföffnungen und vier Röhren vorhanden sein. In der Praxis würde dieses nur unnöthige Complication, Dampf- und Kraftverlust zur Folge haben. Man kann einen kürzern Weg einschlagen und denselben Zweck höchstens durch zwei Hähne erreichen; ja öfters kann selbst ein Hahn ausreichend sein.

Die Hähne werden, je nachdem sie mehrere Oeffnungen an ihrer Oberfläche haben, von einander unterschieden. Diese Oeffnungen heißen Wege und man hat Hähne mit einem Weg und wiederum Hähne mit zwei, drei und vier Wegen *).

Die Bewegung des Hahnes kann abwechselnd sein und nach Zwischenräumen erfolgen, nämlich in dem Augenblick, in welchem der Dampf ein-, oder

---

*) Manchmal spricht man wohl auch von Hähnen von zwei, drei oder vier Wegen, je nachdem zwei, drei oder vier Röhren mit dem Hahn in Verbindung stehen. In diesem Sinne heißen manche Hähne, welche im Texte Hähne mit zwei Wegen genannt sind, auch wohl einmal Hähne mit drei Wegen.

ausgelassen werden muß; — oder sie kann anhaltend sein, d. h. ohne Zwischenräume beständig rotirend. Für den Dienst einer atmosphärischen Dampfmaschine ist nur ein Hahn erforderlich. Für Maschinen von einfacher und von doppelter Wirkung kann ebenfalls ein Hahn ausreichend sein, aber besser wird es meistentheils sein, zwei Hähne anzuwenden. Für die atmosphärischen Dampfmaschinen kann der Hahn mit einem Weg, oder der gewöhnliche Hahn mit zwei Wegen benutzt werden. Bei Maschinen von einfacher und von doppelter Wirkung kann man auch Hähne mit einem und zwei Wegen gebrauchen; eben so auch den Hahn mit drei und vier Wegen. Sie müssen dann so eingerichtet sein, daß in der einen Richtung die Communication zwischen dem Cylinder und dem Dampfkessel offen steht, während sie durch das Umdrehen des Hahnes verschlossen wird und diejenige mit dem Cylinder und dem Condensator oder mit der Heißwassercysterne, oder der atmosphärischen Luft geöffnet ist. Der Hahn wirkt demnach auf drei Röhren. Wenn die Communication des Cylinders sowohl über als unter dem Kolben mit dem Dampfkessel und dem Condensator nur durch einen einzigen Hahn hergestellt wird, so muß dieser Hahn zwei oder vielmehr vier Wege haben.

209. Hähne mit einem Weg. Wenn ein gewöhnlicher Hahn, wie einer Fig. 243 Nr. 1 in einer Durchsicht dargestellt ist, durch seine Mitte geschnitten wird und zwar durch eine Ebene, welche senkrecht auf die Länge AB des Hahnes gerichtet ist, und wenn man sich den Hahn in seiner Büchse oder in einem hohlen Kegel geschlossen denkt, so wird der Durchschnitt sein, so wie er in Fig. 342 Nr. 2 dargestellt ist, indem nämlich abcd der Weg oder der offene Theil ist. In dem Sinne, wie oben angenommen worden, ist dieser Hahn einer mit zwei

Wegen, weil die Oberfläche des Hahns an zwei Stellen geöffnet ist. Ist deshalb die Oberfläche nur mit einer Oeffnung versehen (Fig. 343 Nr. 1), so hat der Hahn nur einen Weg, und es geht daraus hervor, daß eine Zeichnung, wie Fig. 343 Nr. 2 den perpendiculären Durchschnitt eines Hahnes mit einem Weg darstellen kann.

Es sei CDS (Fig. 344 Nr. 1) der Durchschnitt einer Röhre mit drei Armen, in welcher der Hahn mit einem Wege sitzt, der für einen Theil a b c, welcher kleiner ist, als die Hälfte, voll oder massiv und übrigens ganz offen ist. S sei die Röhre, die aus dem Dampfkessel kommt; C die Mündung der Dampföffnung (entweder die obere, oder die untere) des Cylinders; D die Abzugsröhre nach dem Condensator und nach einer Heißwassercysterne, oder sonst wohin. Ist nun der Hahn in der angegebenen Stellung, so wird die Condensatoröffnung von dem massiven oder vollen Theile bedeckt; es besteht nur Communication zwischen dem Dampfkessel und dem Cylinder, und der Dampf kann demnach ungehindert in den Cylinder streichen. Kurz vor dem Ende des Kolbenzuges werde der Hahn gedreht in der Richtung des Pfeilchens; hierdurch wird die Mündung des Dampfrohres S erst zum Theil und hernach ganz bedeckt, worauf die Condensatoröffnung allmälig entblößt wird, so daß der Hahn sich in dem Stande Fig. 344 Nr. 2 befindet; denn alsdann ist die Communication zwischen dem Cylinder und dem Condensator ganz geöffnet, während diejenige mit dem Dampfkessel ganz abgesperrt ist. Ist C die oberste Dampföffnung, so muß der zweite ähnliche Hahn, welcher der untersten Dampföffnung entspricht, genau in den ersten Stand gebracht sein, wenn sich der erste Hahn in dem zweiten Stande befindet. Die *Bewegungen* dieser beiden Hähne finden demnach

gleichzeitig und in demselben Maaße statt, und man begreift hierdurch, daß der abwechselnde Zu- und Abfluß des Dampfes auf dieselbe regelmäßige Weise vor sich gehen müsse, als für den Fall, wo die Dampfmaschine mit Ventilen, statt mit Hähnen, versehen wäre. Die Extension der Bewegung der Hähne ist gering; es läßt sich nämlich aus der Betrachtung der Figuren entnehmen, daß diese Extension gleich ist der doppelten Weite des Dampfrohres, vorausgesetzt nämlich, daß die Weite des Dampfrohres S und der Abzugsröhre D sich gleich sind.

Die Bewegung der Hähne ist abwechselnd kreisförmig und findet mit Zwischenräumen statt.

Ein Fehler, den viele Hähne besitzen, ist der mangelhafte Schluß in ihren Büchsen und das daraus entspringende Durchdringen des Dampfes. Die Ursache liegt in der ungleichen Ausdehnung des heißgewordenen Metalles dieser Theile, wodurch der runde Umfang etwas elliptisch oder oval wird, jedoch auch meistentheils darin, daß die Hähne nur zum Theil massiv sind. Je kleiner dieser massive Theil ist, oder vielmehr je ungleicher derselbe über den ganzen Umfang vertheilt ist, desto eher stellt sich der genannte Fehler ein. Aus diesen Gründen ist die oben angegebene Einrichtung weniger anzupreißen. Bei einem andern relativen Stande des Hahnes wird der Fehler noch geringer. Liegt z. B. die Condensatorröhre D (Figur 345) in der Verlängerung des Dampfrohres S (dessen niedersteigender Theil mit dem untern des Treibcylinders communicirt), während die Richtung der Mündung C der untern Dampföffnung des Cylinders mit der Richtung der ersten Röhre einen rechten Winkel bildet, so kann alsdann der Hahn über die Hälfte voll oder massiv sein; und er ist zum größten Theil voll, wenn die drei oben genannten Röhren so viel wie möglich nahe an einander liegen

(siehe Fig. 346, in welcher der punktirte Umfang den Stand des offenen Theiles des Hahnes bezeichnet, wenn der Cylinder mit dem Condensator communicirt). Eine andere Ursache des ungleichen Schlusses der Hähne ist die ungleiche Reibung oder Abnutzung in ihren Büchsen, die daraus entspringt, daß sie durch den Dampf ungleich angedrückt werden. Dieses ungleiche Andrücken findet mehr oder weniger statt, je nachdem die massiven Theile des Hahnes eine andere relative Größe besitzen; jedoch ist sie meistentheils am stärksten an der Stelle, welche dem Dampfrohre gegenüber liegt; und der Abzugsröhre gegenüber ist der Druck in dem abgesperrten Zustande des Hahnes sehr gering.

Gewöhnliche Hähne mit einem Weg ersetzen das Stöpselventil in kleinen Dampfmaschinen, oder in solchen von mittlerem und hohem Druck, sobald das Dampfrohr einen zu kleinen Durchmesser hat, um ein Ventil anzubringen. Zu den Hähnen mit einem Weg gehören die hohlen Hähne, von denen weiter unten besonders gehandelt werden wird.

Hähne mit zwei Wegen. Hierzu gehört der gewöhnliche Hahn Fig. 342. Er kann auf folgende Weise benutzt werden, um den Cylinder abwechselnd mit dem Kessel und mit dem Condensator in Communication zu bringen. Es sei S Fig. 347 das Dampfrohr; D die Abzugsröhre nach dem Condensator oder der Heißwassercysterne, die wenigstens so weit vom Dampfrohr absteht, als die Weite dieser Röhre beträgt. Diametral den Oeffnungen S und D gegenüber liegen zwei gleich große Oeffnungen A und B in der Hahnbüchse, und diese beiden Oeffnungen communiciren entweder mit einem kurzen konischen Mundstück A B E, oder durch zwei zusammenlaufende Röhren A E und B E mit der Mündung C einer Dampföffnung des Cylinders.

Wenn der Hahn sich in dem Stande befindet, welcher in der Figur angegeben ist, so communicirt der Cylinder durch die Röhre E A mit dem Dampfrohre S; die Oeffnung der Condensatorröhre ist bedeckt. Wird aber der Hahn von A bis über B gedreht, so ist der Weg des Hahnes nach den punktirten Linien a b und c d gerichtet; die Dampfröhre S ist dann bedeckt, und der Cylinder communicirt mit dem Condensator D durch das Röhrchen E B, oder durch die Oeffnung B. Wahrscheinlich ist diese Einrichtung sehr zweckmäßig, weil die vollen Theile des Hahns an jeder Seite des Weges (der durch das Herz des Hahnes läuft) eine gleiche Extension und Dicke haben und folglich die Reibung und Ausdehnung auch so viel wie möglich in gleichem Maase erfahren müssen.

Ohne ein Mundstück oder zwei Röhren A B E, aber bei einer andern Stellung der Röhren C, D, S (Fig. 348) kann der Zweck auch erreicht werden, sobald der Weg, welcher immer durchs Herz des Hahnes läuft, eine größere Ausdehnung besitzt, oder sobald die Oeffnungen weiter sind; aber die massiven Theile a b, c d dehnen sich häufig nicht im gehörigen Grade aus, was eine günstigere Gelegenheit zum Leckwerden herbeiführt. Es ist alsdann besser, die Einrichtung Fig. 349 anzuwenden, wobei die Röhren in Bezug auf einander eine andere Richtung haben und die eine Oeffnung oder Weg c d im Durchschnitte dreimal größer ist, als die andere a b. Fig. 350 stellt noch eine andere Einrichtung dar, bei welcher eben so, wie beim Hahn mit einem Weg Fig. 346, der größte Theil massiv ist. Die beiden Wege sind hier gleich groß.

Wenn die drei Rohre in einem Dreieck liegen, ist die zweckmäßigste Einrichtung der Hähne mit zwei Wegen diejenige, welche für die zwei Stände dieser

Hähne im Durchschnitte dargestellt ist in den Fig. 351 Nr. 1 und 2; aber der Durchmesser der Röhren sei nicht kleiner als der Radius der Büchse des Hahnes. Damit der massive Theil c d, von welchem das Dampfrohr bedeckt wird, zum bessern Verschließen desselben, größer werde, kann die Einrichtung auf die in Fig. 352 Nr. 1 und 2 angegebene Weise modificirt werden. Die Wege werden alsdann zwar ungleich an Größe, und durch den größern offenen Raum des Hahnes geht bei jedem Kolbenzug immer eine kleine Quantität Dampf mehr verloren, nämlich die Quantität, welche vom Raum p q r s eingeschlossen werden kann.

Statt die massiven Theile des Hahnes so viel wie möglich an den Umfang zu vertheilen und die Oeffnung durchs Herz gehen zu lassen, kann man die Stellung der Theile auch umkehren, so daß die offenen Theile an den Umfang und der massive oder feste Theil ins Herz kommt (siehe Fig. 353 Nr. 1 und 2), so daß dann zwei Oeffnungen vorhanden sind, geschieden von einander durch eine Mittelwand a b. Bei dieser Einrichtung kann jedoch eher ein Mangel an gutem Schluß eintreten.

Die festen und offenen Theile der Hähne mit zwei Wegen können auch noch andere relative Stellungen haben, abhängend von den relativen Stellungen der Röhren und ihrer Größe, bezüglich auf den Durchmesser des Hahnes; das Angedeutete ist indessen ohne weitere Ausführung zur Erläuterung genügend.

Hähne mit drei Wegen. Diese können, gleich den Hähnen mit zwei Wegen, auf verschiedene Weise geformt sein, je nachdem die Röhren eine andere relative Richtung und Größe besitzen. Für den Fall, daß die hier gedachten drei Röhren unter Winkeln von 120° gerichtet sind, kann der Hahn eine Eintheilung besitzen, wie sie in den Fig. 354 Nr. 1

und 2 angegeben ist. Diese Einrichtung ist abgeleitet von derjenigen des Hahnes mit zwei Wegen Fig. 352. Da aber der massive Theil bei a b eine sehr geringe Dicke besitzt, so kann eine bequeme Gelegenheit für den Durchgang des Dampfes nach dem Condensator vorhanden sein, wenn der Hahn sich in dem Stande befindet, daß die Oeffnung der Abzugsröhre geschlossen sein muß (Fig. 353 Nr. 1); deshalb ist eine andere Einrichtung Fig. 355 zweckmäßiger, obschon immer ein größerer Dampfverlust bei derselben stattfinden muß.

Eine Modification dieser letzten Einrichtung ist dargestellt in Fig. 356. A ist der Durchschnitt eines Theiles des Dampfcylinders; B und C sind die obere und untere Dampföffnung. S das Dampfrohr, welches aus dem Dampfkessel kommt und zugleich mit einem Arme E nach dem untern Theile des Cylinders läuft; a und b sind die Dampfhähne mit drei Wegen, deren Büchsen unten mit zwei Röhren D und F communiciren, die sich vereinigen und nach dem Condensator laufen. Die Wege dieser Hähne sind alle gleich groß oder können dieses wenigstens sein. In Fig. 357 ist dieselbe Einrichtung noch auf eine andere Weise skizzirt. Es sind nämlich in der zweiten Figur die Röhren für einen Theil durchschnitten, aber die relative Stellung dieser Röhren ist weniger zweckmäßig, als die nach der Einrichtung in Fig. 356, weil das unter dem Kolben gebildete Wasser nicht von selbst nach dem Condensator ablaufen und auch sehr schwierig ausgetrieben werden kann.

Die meisten Hähne mit drei Wegen weichen blos darin von den Hähnen mit einem Weg ab, daß sie häufig einen größern massiven Theil enthalten, wodurch der Schluß besser und der Dampfverlust geringer wird. Vor den Hähnen mit zwei Wegen

nach der in Fig. 347 und 351 angegebenen Einrichtung besitzen sie keinen Vorzug, es müßte denn eine besondere Richtung der Röhren ihre Anwendung nothwendig machen.

Bei kleinen Hähnen mit einem Weg, oder mit zwei und drei Wegen ist es ausreichend, wenn blos die Umfänge (außer den darin befindlichen Oeffnungen) massiv sind. Die Hähne sind dann so zu sagen hohl (siehe Fig. 358); aber bei Hähnen von einer größern Dimension ist es besser, daß sie, soviel nur möglich ist, ganz massiv sind, so daß der offene Theil nur die Weite oder Ausbreitung besitzt, welche für den Durchgang des Dampfes nöthig ist; denn jeder unnöthige Dampfverlust, wie gering er auch sei, wird dadurch vermindert.

Hähne mit vier Wegen. Bei den Hähnen mit vier Wegen können eben so, wie bei den Hähnen mit zwei Wegen, die festen und offenen Theile am regelmäßigsten vertheilt werden. Man hat schon einen Hahn mit vier Wegen, wenn die Hähne mit zwei Wegen, von der Einrichtung, wie in Fig. 353, so weit ausgefüllt werden, daß nur auf jeder Seite der Wand die nöthigen Oeffnungen für die Communication der Röhren bleiben (siehe Fig. 359 Nr. 1 und 2).

Zwei Hähne mit vier Wegen, von denen der erstere vor der obern Dampföffnung und der zweite vor der untern Dampföffnung angebracht ist, können auf diese Weise zur Herstellung der regelmäßigen, abwechselnden Communication des Cylinders mit dem Dampfkessel und mit dem Condensator benutzt werden. Ursprünglich sind jedoch diese Hähne für diesen Zweck nicht bestimmt gewesen, indem man sie dazu benutzt hat, um nur mittelst eines Theiles die gedachte Communication sowohl mit dem obern als mit dem untern Theile des Cylinders herzustellen.

Es sei C' C (Fig. 360 Nr. 1 und 2) eine Röhre, welche von der obern Dampföffnung des Cylinders nach der untern läuft; S sei das Dampfrohr, in dessen verlängerter Richtung die Abzugsröhre D nach dem Condensator, oder nach der äußern Luft angebracht ist. In der Kreuzung dieser Röhren sei die Hahnbüchse und in derselben der Hahnschlüssel mit vier Wegen angebracht. Befindet sich nun der Hahn in dem Stande Nr. 1, so communiciren S und C', ferner auch D und C; der Dampf aus dem Kessel streicht dann durch die untere Dampföffnung unter den Kolben, und der über dem Kolben benutzte Dampf zieht aus der obern Dampföffnung nach dem Condensator D ab. Wird am Ende des Kolbenhubes der Hahn um eine Viertelswendung gedreht, so daß er in den Stand Nr. 2 tritt, so findet keine Communication zwischen dem Kessel und dem obern Theile des Cylinders statt, während diejenige mit dem untern Theile des Cylinders abgesperrt ist. Dagegen ist die Communication des unteren Theiles des Cylinders mit dem Condensator geöffnet und diejenige mit dem obern Theile des Cylinders geschlossen. Ein Hahn thut hier denselben Dienst wie zwei besondere Hähne.

Wenn der Durchmesser des Hahns bezüglich auf die Weite der Röhren ein wenig größer genommen werden kann und wenn es auch nicht auf eine größere Ausbreitung des offenen Theiles ankommt, so kann die Einrichtung nach der Skizze in Fig. 361 Nr. 1 und 2 modificirt werden und zwar mit der Rücksicht, die Extension der Bewegung des Hahnes nur bis auf $\frac{1}{8}$ einer ganzen Umdrehung zu reduciren, statt daß sie sonst $\frac{1}{4}$ betragen muß.

Die Anbringung des Hahnes mit vier Wegen kann in der halben Höhe des Cylinders stattfinden, so wie es in Fig. 362 angegeben ist; oder es kann

dieser Hahn an einer andern Stelle angebracht werden, z. B. an der untern oder obern Dampföffnung Fig. 363. Diese letzte Figur ist ein partieller Durchschnitt eines Dampfcylinders, der reichlich um die Hälfte seiner Länge im Dampfkessel sitzt und zugleich für die Hochdruck-Maschine eines Dampfwagens eingerichtet ist. A B Durchschnitt eines Theiles der Dampfkesselhaube; C D Theil des Cylinders; E G Röhre, durch welche der obere und untere Theil des Cylinders mit dem Dampfkessel und mit der Abzugsröhre communiciren können und zwar mittelst des oben in derselben angebrachten Hahnes mit vier Wegen F. Die Communication mit dem Kessel findet statt durch die Oeffnung H und durch eine auf dem Kessel gesetzte kurze Röhre, in welcher das Drosselventil I angebracht ist. Der Abfluß des Dampfes erfolgt durch die Röhre K L, welche von einer zweiten Röhre umgeben wird, die das Speisungswasser zuführt, welches noch durch den abziehenden Dampf so viel wie möglich erwärmt wird.

Die Hähne mit vier Wegen sind an und für sich sehr beschränkte Mittel, um mit einer einzigen Bewegung die Communication zwischen Cylinder, Dampfkessel und Condensator oder Abzugsröhre herzustellen. Sie geben jedoch die Veranlassung zu einem anhaltenden Verlust des Dampfes, mit welchem die Röhren, welche vom Hahn zur obern und untern Dampföffnung laufen, gefüllt sind, und welcher bei jedem Abfluß des Dampfes aus dem Cylinder mit wegfließt, ohne benutzt worden zu sein. Dieser Verlust kann bei einer mittelmäßigen Weite und Länge des Cylinders ansehnlich werden, und Gründe sprechen für die Anwendung von zwei Hähnen mit zwei oder mit vier Wegen, von denen jeder auf eine der beiden Dampföffnungen wirkt; es können dieselben auch meistens so angebracht werden, daß das

unter dem Kolben gesammelte Wasser (ohne die Anwendung eines Wasserventils) regelmäßig durch das Abflußrohr abziehe, was bei einem Hahn mit vier Wegen nicht geschehen kann.

Hohle Dampfhähne. Der Dampfhahn kann in der Richtung seiner Länge hohl und so gerichtet sein, daß die Büchse oder der Hahn selbst gewissermaßen einen Theil der Dampfröhre oder einer der andern Röhren ausmacht; seine Stellung, Verfertigung und Bewegung werden durch diese Modification häufig bequemer. Es sei wiederum S (Fig. 364 Nr. 2) ein Theil des Dampfrohres, rechtwinklig gerichtet auf die Mündung C einer der Dampföffnungen des Cylinders A; dem Dampfrohre gegenüber liege die Abzugsröhre D. Der metallene Hahn K, der sich in seiner metallenen Büchse dreht, habe die Gestalt eines abgestumpften hohlen Kegels, welcher reichlich die Hälfte seines Umfangs voll und übrigens offen ist, so daß der rechtwinklichte Durchschnitt über einen Theil der Achse, z. B. über die Linie a b die Gestalt eines geöffneten Ringes habe (s. Fig. 364 Nr. 2). In dem angegebenen Stande wird das Dampfrohr S von dem vollen Theile des Hahnes bedeckt, aber die Abzugsröhre ist geöffnet und communicirt mit dem Cylinder A. Wird dagegen der Hahn gedreht auf eine Strecke c d e (Fig. 364 Nr. 2), welche gleich ist der doppelten Weite des Dampfrohres, so wird zugleich die Abzugsöffnung bedeckt, und da das Dampfrohr auf diese Weise mit dem hohlen Theile des Hahnes communicirt, so kann der Dampf in den Cylinder streichen. Durch die abwechselnde Bewegung dieses Hahnes wird dann die regelmäßig abwechselnde Communication zwischen Cylinder, Kessel und Condensator, oder Heißwassercysterne eben so gut hergestellt, als mit den Hähnen von einer der oben beschriebenen Einrichtungen.

Man kann diesen Hahn einen Hahn mit einem Weg nennen; seine Einrichtung und seine Anbringung sind einfach, besonders letztere, weil die Büchsen in der Richtung einer der Röhren selbst angebracht werden und auch weil die Dampf- und Abzugsröhren sehr regelmäßig gerichtet werden können, was aus der Fig. 364 Nr. 3 zu entnehmen ist, die einen partiellen Aufriß des Cylinders von hinten und der Communicationsröhren darstellt. Das einzige, was hier weniger gut ist, besteht darin, daß das Dampfrohr nicht diametral der Dampföffnung gegenüber gerichtet sein kann, ohne daß man den Hahn von innen wieder mit massiven Theilen versieht. Die Richtung der Bewegung des Dampfes muß deshalb von S nach C (Fig. 364 Nr. 1) unter einem rechten Winkel sich verändern, wobei natürlich Verdichtung oder Verlust stattfindet. Diesen Mangel haben besonders die hohlen Hähne.

Hohle Hähne können natürlich auch mit zwei, drei und vier Wegen versehen sein. Sobald z. B. die drei Röhren unter einander einen rechten Winkel bilden (Fig. 365 Nr. 1 und 2), wenn man die ganze Oberfläche massiv läßt, mit Ausnahme von drei Oeffnungen C, B, D und wenn man ferner die Oeffnungen C D von B mittelst einer schrägen Wand a b scheidet, so muß eine Communication zwischen dem Cylinder und dem Condensator bestehen, sobald sich der Hahn in dem in der Fig. angegebenen Stande befindet. Aber diese Communication hört auf zu bestehen, sobald der Hahn gerade zur Hälfte umgedreht wird; alsdann kommt die Oeffnung B vor die Dampföffnung C; die Oeffnung D wird vom massiven Theile des Hahnes bedeckt, die Wand a b kommt in den Stand von c nach d, und die Communication zwischen dem Dampfrohr A und dem Cylinder wird dadurch geöffnet u. s. w.

Man kann für die hohlen Hähne noch andere Formen ersinnen, aber das Wenige, was wir hier in Betreff derselben erklärt haben, kann gleichwohl für diesen Theil der Beschreibungen ausreichend sein, wenn die zweckmäßige Einrichtung eines hohlen Hahns mit vier Wegen, wie ihn Bramah ausgedacht und angewendet hat, in der Maschine von Maudsley keine besondere Betrachtung verdiente.

Bramah's Hahn hat die Gestalt eines spitzigen abgestumpften Kegels **A B C** (Fig. 366 Nr. 1), der sowohl oben, als unten mit einem cylindrischen Stiel versehen ist. Es ist besonders dieser Stiel, auf welchen in der Büchse des Hahnes der größte Theil der Reibung ausgeübt wird. Der Hahn ist hohl; seine Oberfläche ist an vier Stellen mit gleich großen und gleichweit von einander abstehenden eiförmigen Oeffnungen **P Q R S** versehen. Die Oberfläche des Hahnes (siehe den Grundriß Fig. 366 Nr. 2) ist nur offen in einer Strecke **c D e f g**, welche etwas größer ist, als $\frac{1}{4}$ des Umfanges. Nach der Form des Umfanges **c D e** besteht in dem innern Theile eine durchgehende Mittelwand (siehe Fig. 366 Nr. 3, welche ein Durchschnitt ist des Hahnes über die Linie **A D** der Fig. 366 Nr. 1). Der Dampf gelangt über den Hahn durch die genannte Oeffnung **c D e f g**, wird durch die Oeffnung **P** nach den obern und untern Dampföffnungen geleitet, während die Oeffnungen **Q R** und **S** abwechselnd mit der Oeffnung der Abflußröhre übereinstimmen, damit der Dampf nach dem Condensator entweichen könne.

Das eine und das andere wird noch deutlicher werden durch die Betrachtung der Fig. 367 Nr. 1, 2 und 3, womit man zugleich vergleichen kann die Abbildung der Maschine selbst, welche auf Taf. **IX.** Fig. 85 vorkommt. Die Fig. 367 Nr. 1 ist ein Aufriß der Dampfkammer von hinten; Fig. 367

Nr. 2 ein Durchschnitt über die Länge der Dampfkammer, wie auch der Hahnbüchse und des Dampfrohres; Fig. 367 Nr. 3 ist ein Durchschnitt über die Breite nach der Linie x y Fig. 367 Nr. 2. F ist die obere Dampföffnung des Cylinders; G ist die untere Oeffnung im Boden selbst und zwar außer der Mitte desselben angebracht. Der hohle Theil der Hahnbüchse communicirt mit diesen Oeffnungen durch zwei Röhren F H, G I, die von einander abgeschieden sind und auch nicht vollkommen unter einander liegen. Neben der Röhre G I der untern Dampföffnung liegt eine andere besondere Röhre K L, welche nach dem Condensator läuft. Die Oeffnungen oder Wege, durch welche diese drei Röhren in die Hahnbüchse sich einmünden, sind in Fig. 367 Nr. 1 mit Punkten bezeichnet, und aus dem Durchschnitt Fig. 367 Nr. 3 sind die Abscheidungen vollkommen sichtbar. Endlich verdient noch bemerkt zu werden, daß die Röhren G I und K L in derselben Kammer liegen und auswendig das Ansehen von nur einer Röhre haben.

Der oberste Stiel oder vielmehr die Verlängerung E der Achse des Hahns (Fig. 366 Nr. 1 und 367 Nr. 2) ist ein wenig dünner abgedreht und wird von einer Spiralfeder p umgeben, die gegen den Boden eines Büchschens M wirkt, das über dem Mittelpunkte des Deckels N O der Hahnbüchse sitzt; sie hält den Hahn schließend in seiner Büchse. Ueber einer kleinen Oeffnung des genannten Büchschens ist ein Fetttopf T festgeschraubt. Das Schwanzstück C D des Hahnes läuft dampfdicht durch die Stopfbüchse D und ist bei U an die stehende Welle V gekoppelt, welche durch eine metallene in die verlängerte Bodenplatte des Cylinders geschraubte Büchse W geleitet wird und mittelst ein Paar Kegelrädern von irgend einem Theil der Maschine eine

abwechselnd drehende Bewegung bekommt (vergl. Fig. 85 Nr. 1, 2 und 4 bei R, a und b).

Wenn der Hahn so gedreht ist, daß die Dampföffnung P (Fig. 367 Nr. 3) der Röhre H entspricht, welche nach der untern Dampfsöffnung leitet, so kann der Dampf (welcher durch das Dampfrohr X in den Raum Y Z um die Büchse und so weiter über die Oberfläche des Hahns [Fig. 366 Nr. 2] durch die Oeffnung c D e f g streicht) durch die Oeffnung P über den Kolben gelangen. Aber alsdann stimmen die Oeffnungen Q und R mit den Röhren I und K überein; diese Röhren treten dadurch mit einander in Communication, und der unter dem Kolben benutzte Dampf kann nach dem Condensator abfließen. Das Umgekehrte muß stattfinden, wenn der Hahn in der Richtung des Pfeilchens q (Fig. 367 Nr. 3) um eine Viertelswendung gedreht wird; denn P entspricht dann I, Q entspricht H, und S entspricht K, wodurch der Dampf unter den Kolben streichen muß, während der über dem Kolben benutzte nach dem Condensator entweicht.

Der Bramah'sche Hahn ist weniger als andere Hähne einer großen Abnutzung und Reibung ausgesetzt und deshalb auch weniger dem Leckwerden, weil, sobald der Dampf über dem Kopf des Hahnes einstreicht, er denselben sogleich in seine Büchse drückt, was bei andern Hähnen, welche den Dampf durch eine Seitenöffnung bekommen, keineswegs der Fall ist. Uebrigens besitzt er, so wie alle andere Hähne, den Nachtheil, daß aller Dampf, welcher die Röhren von H bis F und von H oder von I bis G (Fig. 367 Nr. 1) ausfüllt, bei dem Abzuge des benutzten Dampfes mit abfließt und verloren geht; ferner, daß das unter dem Kolben verdichtete Wasser ohne Anwendung eines Wasserhahnes oder Ventiles schwierig ausgetrieben werden kann. Weil Bramah's Hahn

durch den Dampf meistentheils von oben gedrückt wird, so ist der seitliche Druck gegen die Wand der Büchse besser vertheilt, und darum ist auch die Abnutzung gleichförmiger. In dem Maße, in welchem diese Abnutzung fortschreitet, wird auch der Hahn durch den von oben drückenden Dampf wieder in der Büchse Schluß bekommen, und über dieses wird noch der größte Theil des Seitendruckes auf den Stiel und auf den Schaft des Hahnes ausgeübt.

Der vertikale Stand des Hahnes ist der zweckmäßigste; bei einer horizontalen Richtung desselben kann, wegen der größern Reibung und wegen minder gleichmäßigen Schlusses, eher ein Leckwerden entstehen. Aber abgesehen von dieser partiellen Unannehmlichkeit, so ist es deshalb vortheilhafter, dem Hahn eine horizontale Richtung zu geben, weil die Einrichtung der verschiedenen Röhren einfacher und die Verfertigung der Dampfkammer leichter wird. Man kann dieses aus der Betrachtung der Fig. 368 Nr. 1 und 2 entnehmen. Die erste Figur ist ein Aufriß der Hahnbüchse und der Kammer der Communicationsröhren von hinten; die zweite Figur ist ein Durchschnitt nach der Linie a b. Der Hahn ist auf dieselbe Weise eingerichtet und in seine Büchse geschlossen, als ob er vertikal gerichtet wäre; der Dampf kommt gleichfalls durch die Dampfröhre X und streicht durch den ausgesparten Raum über dem Kopfe des Hahns. Die flachen Röhren H F und I G, welche den Dampfraum P des Hahnes mit den obern und untern Dampföffnungen communiciren lassen, liegen hier genau unter einander und bilden so zu sagen eine durchlaufende Röhre, welche durch den Dampfhahn selbst in zwei Theile abgeschieden wird. Die Abzugsröhre K L nach dem Condensator liegt vor der Röhre G I und nicht neben derselben, wie bei der in Fig. 367 angegebenen Einrichtung, wo der Hahn

vertikal gerichtet ist. Durch dieses eine und andere ist die Zusammensetzung viel compendiöser, und die Bewegung des Hahnstieles **D** läßt sich nun auch bequem durch Kniestücke vermitteln, ohne daß man Kegelräder nöthig hat.

Rotirende Hähne. Bis jetzt wurde vorausgesetzt, daß der Hahn abwechselnd bewegt wird und zwar auf einmal in möglichst kurzer Zeit, so daß er beinahe während des ganzen Kolbenzuges in Ruhe bleibt. Die Dampföffnung und die Oeffnung nach der Abzugsröhre sind dann auch für diese ganze Zeit ganz offen, und diese Art der Steurung ist für die rasche Wirkung der Maschine die vortheilhafteste. Aber wenn der Hahn anhaltend umgedreht wird, so ist seine Bewegung langsamer, die Reibung und Abnutzung sind gleichmäßiger, und die Ursache zum Leckwerden wird in geringerem Maße vorhanden sein. Diesen Vortheilen steht jedoch der Nachtheil gegenüber, daß die Oeffnungen nach dem Cylinder und nach dem Condensator nicht so lange Zeit frei sind und nur allmälig geöffnet und geschlossen werden. Nach der besondern Einrichtung des Hahns und auch nach der Vertheilung seines vollen und offenen Theiles wird dieses auch in größerem oder geringerem Grade der Fall sein müssen.

Für eine rundumlaufende Bewegung eignen sich einige Hähne mit einer und mit zwei Oeffnungen, sobald der Dampf durch Ausdehnung wirken soll; wenn aber keine Dampfausdehnung stattfinden soll, so können sie auch nicht gut als Hähne, welche sich rundum drehen, benutzt werden.

Die Hähne mit vier Wegen, wie sie auch eingerichtet sein mögen, können sowohl anhaltend in die Rundung, als abwechselnd hin und her gedreht werden. Haben sie die Form Fig. 360, so dauert es nur einen Augenblick, daß die Oeffnungen voll oder

ganz offen sind; aber bei einem andern Verhalten der offenen und vollen Theile (Fig. 361) bleiben die Dampf- und Abzugsöffnungen während einer längern oder kürzern Zeit ganz geöffnet. In jedem Falle dreht sich der Hahn bei jedem doppelten Kolbenzug einmal rundum; seine Bewegung kann demnach von der ersten Betriebswelle sehr bequem abgeleitet werden.

Die hohlen Hähne mit einem und mit drei Wegen, welche abgebildet sind in Fig. 364 u. 365, entsprechen eben so gut, wenn sie anhaltend oder abwechselnd gedreht werden, weil sie von der einen Communicationsöffnung bis zur andern gerade um eine halbe Wendung gedreht werden müssen.

210. Das Einsetzen der Hähne in ihre Büchsen und das Anbringen derselben. Die metallenen Dampfhähne, welche vor eisernen immer den Vorzug haben, können in eisernen Büchsen thätig sein, die in den dickern Theil des Vereinigungspunktes der Dampf- und Abzugsröhren gedreht und ferner durch den Hahn selbst gehörig ausgeschmirgelt sind. Eine metallene Büchse hat jedoch ebenfalls den Vorzug.

Die Fig. 369 Nr. 1 gibt eine Ansicht der Büchse, in welcher der Hahn sitzt nebst den damit verbundenen Röhren von oben; Fig. 369 Nr. 2 ist ein horizontaler Durchschnitt durch die Mitte der Röhren und Büchse, aber der Hahn ist in derselben nicht durchschnitten, sondern ganz dargestellt. Der Hahn hat vier Wege oder Oeffnungen, welche hier viereckig abgebildet sind, so daß auch die Röhren D, C, S u. s. w. viereckig sind. Diese Oeffnungen können auch oval oder rund sein (siehe Fig. 370), sobald sie nämlich, ohne den Hahn zu vergrößern, mit einem kleinern Durchschnitte dem Zweck entsprechen können.

Wenn die Büchse ABEF und die Röhren C, D, S von Metall oder Kupfer sind, so kann der Hahn unmittelbar in dieselbe eingesetzt werden; ist dieser Theil aber aus Gußeisen gefertigt, so muß er konisch ausgedreht und eine besondere metallene Büchse abcd Fig. 369 Nr. 2 in dieselbe eingelassen werden. An der einen Seite bei cd schließt die Büchse in den ausgedrehten Rand der eisernen Büchse ABEF; an der andern Seite kommt sie mit einem Schwanzstücke p aus der genannten Büchse hervor, und auf dieses Schwanzstück wird die Mutter GH geschraubt, so daß die Büchse vollkommen geschlossen ist; bei p und bei qr wird ein bleierner oder lederner Ring eingelegt, ehe die Schraubenmutter GH aufgeschraubt wird. Man kann die Büchse auch auf die Weise schließen, welche in Fig. 370 dargestellt ist, indem man den Raum tu zwischen dem Boden vw der Büchse und der untern Fläche der eingesetzten Büchse zuvor mit etwas eingeöltem Werge füllt.

Der Hahn, welcher seiner Gestalt nach konisch ist, ist unten bei ef schräger abgedreht, damit die Klemmung am stärksten sei gegen den Boden der Büchse; ferner ist er versehen mit einem cylindrischen oder konischen Zapfen, der in einer gebohrten Oeffnung im Boden der Büchse sich dreht und gegen das geölte Werg angedrückt wird.

An der vordern Seite hat der Hahn einen runden Stiel IK, um welchen ein metallener Ring hi gelegt wird. Auf diesen Ring kommt geöltes Werg, das durch den Deckel LM auf gleiche Weise wie in allen Stopfbüchsen angedrückt wird. Dieser Deckel kann auch ein Schraubendeckel sein, oder (wie die Figur darstellt) mit kurzen Schraubenbolzen, welche durch die Flantschen LM, EF, laufen, an die Hahnbüchse geschlossen werden.

Der Stiel IK ist außerhalb der Stopfbüchse mit einem viereckigen Kopf N versehen, an welchem der Hebelarm zur Bewegung des Hahnes angebracht wird. Statt den Hahn durch Hanfliderung angedrückt zu halten, läßt sich dieses auch durch die Spitze X einer Druckschraube P Fig. 370 bewerkstelligen, welche in der Mutter Q gehalten wird. Letztere ist nämlich in einen festen Arm oder in einen Bügel geschnitten, welcher die ganze Büchse des Hahnes umgibt und an der andern Seite des Hahnes bei Y sich gegen den Boden v w stützt. Ein Beispiel dieser Einrichtung ist bereits in der zweiten Abtheilung angegeben und zwar bei der Beschreibung der kleinen Maschine, welche Fig. 93 auf Taf. X abgebildet ist.

Dimensionen der Hähne. Unter Dimensionen wird hier verstanden die Länge, die größte und kleinste Dicke oder Weite und die Größe der Oeffnungen. Zuerst berücksichtige man, dem Hahn keine größere Abschrägung zu geben, als es für den guten Schluß absolut nothwendig ist, weil sonst die Klemmung zu stark werden könnte und zwar um so eher, sobald der Hahn mit einem oder mit zwei Wegen auf dem größten Theile seiner Oberfläche voll oder massiv ist. Die Gestalt des Hahnes sei deshalb nur mäßig konisch, so daß die Abschrägung seiner Seiten nicht mehr, als $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$ der Länge betrage. Für Hähne mit vier Wegen von der in Fig. 360 oder 361 dargestellten Form muß die Gestalt gleichwohl weniger von der cylindrischen abweichen, weil sonst die Reibung und Neigung zu ungleichmäßiger Abnutzung vergrößert werden könnten.

Die Dampföffnungen sind bestimmt durch die Art und durch das Kaliber der Maschine, und die Wege des Hahnes können natürlich nicht kleiner genommen werden. Sollen diese Wege klein und rund sein, so müssen sie mit den Dampföffnungen gleiche

Weite haben, und wenn man einen einzelnen Durchschnitt des Hahns zeichnet, so wird es keine Schwierigkeit haben, um dieser Weite und der nöthigen Extension der vollen und offenen Theile, wie auch der Extension ihrer Bewegung entsprechend, den mittlern Durchmesser des Hahnes zu bestimmen. Mit diesem mittlern Durchmesser findet man auch die Durchmesser der beiden Enden, weil der Grad der Abschrägung des Hahnes vorher bekannt ist und weil die absolute Länge wenigstens gleich ist der doppelten Weite und meistentheils 2½ Mal der Weite gleich sein muß. Größere Hähne verursachen mehr Reibung und sind schwieriger zu steuern; deshalb nehme man die Oeffnungen lieber oval oder von der Gestalt eines länglichen Vierecks, sobald der Durchmesser des Hahnes zu groß werden sollte, wenn man die Wege schön rund machen wollte. Die Röhren brauchen für diesen Fall nur auf eine kurze Länge viereckig oder oval zu sein, indem sie mit Ausbreitungen oder Verengerungen an die runden Theile angesetzt werden können.

211. Dampfhähne gewähren in gewissen Hinsichten wesentliche Vortheile vor andern Mitteln, durch welche der regelmäßige Zufluß und Abfluß des Dampfes hergestellt wird.

Zuerst gehören sie ohne Widerspruch zu den compendiösesten Mitteln, deren Anbringung und Steuerung die wenigsten Umschweife in Betreff von Röhren, Kammern, Fugen, Verbindungen und Stangen erfordern.

Sie werden ferner mit geringer Zusammensetzung von Theilen in einer sehr kurzen Zeit geöffnet und geschlossen. In dieser Hinsicht eignen sie sich am besten, den Durchzug des Dampfes durch Röhren zu öffnen und zu sperren.

Aus diesen Gründen und hauptsächlich wenn man die Dampfröhren so richtet, daß sie den Dampfsch-

nungen genau gegenüber zu liegen kommen, behindern oder verkleinern sie die Durchzugsöffnungen sehr wenig. Das Balanciren arbeitender Theile wird bei Anwendung von Hähnen selten erforderlich.

Die Hähne mit vier Wegen bei Seite gesetzt (es müßte denn vor jeder Dampföffnung ein solcher Hahn angebracht werden), geben die Dampfhähne wenig Gelegenheit zu nutzlosem Dampfverlust, während dieselben auch häufig so angebracht werden können, daß das freie Abfließen des unter oder über dem Kolben gebildeten Wassers nicht behindert wird.

Eben so, als wie bei der Anwendung der Ventile, gewähren auch die Dampfhähne Gelegenheit, die Abzugsröhren größer oder weiter zu machen, als die Dampfröhren. Für einen Hahn mit einem Weg ist dieses erläutert in Fig. 371; **D** ist das Abzugsrohr, noch einmal so weit dargestellt, als das Dampfrohr **S** und die Mündung der Dampföffnung **C**; **A** ist der Durchschnitt des vollen Theiles des Hahnes, welcher nach dem Einströmen des Dampfes nur gedreht zu werden braucht von a bis zu b, um die Dampföffnung **C** in volle Communication mit der weitern Abzugsröhre **D** zu bringen.

Aber so wie bereits oben hie und da bemerkt wurde, sind die Hähne häufig eher als andere Mittel einem wesentlichen Mangel unterworfen, daß sie nämlich durch ungleiche Ausdehnung und ungleiches Andrücken in den Büchsen in Folge anhaltender Thätigkeit unvollkommen schließen und zum Leckwerden Veranlassung geben, so daß sie zu wiederholten Malen in ihre Büchsen eingeschliffen werden müssen.

Diese Unannehmlichkeit, welche besonders stattfindet bei manchen Hähnen mit vier Wegen und bei solchen, die abwechselnd bewegt werden müssen (was wohl meistens der Fall ist), scheint mit der Größe der Hähne zuzunehmen. Mit der Zunahme der Di=

mension nehmen auch Klemmung und Reibung und folglich die Schwierigkeit zu, die Hähne zu bewegen oder zu steuern. Und diese Unannehmlichkeiten werden meistentheils nicht aufgewogen durch die oben erwähnten Vortheile, so daß man den Satz ganz allgemein hinstellen kann, daß Dampfhähne nur als zweckmäßige Mittel gelten können, so lange ihre Dimensionen unter dem Mittelmäßigen bleiben. Sie können deshalb auch sehr zweckmäßig benutzt werden, wenn der Dampf in kleinen Maschinen mit sehr hohem Druck arbeiten muß und die Dampföffnungen keinen großen Durchschnitt (z. B. 4 niederländische Zolle und weniger) darbieten. In diesem Falle kann selbst die Anwendung anderer Mittel nicht so bequem, nicht so einfach und auch nicht so vortheilhaft sein.

§. III.

Rotirende Schubladen.

212. Man kann eine ebene Metallplatte, welche die Gestalt eines Kreissegmentes oder eines Kreises besitzt, aus welchem ein Segment geschnitten ist, um eine Spindel abwechselnd oder anhaltend sich drehen lassen, dergestalt, daß sie dampfdicht an den Umfang der Dampföffnung anschließt, diese Oeffnung abwechselnd deckt und öffnet; in dem letzten Fall ist die Communication zwischen dem Kessel und dem Cylinder geöffnet; im ersten Fall ist sie abgesperrt. Zur Erreichung des hier angedeuteten Zweckes kann dieses Mittel benutzt werden, wenn man vor jeder Dampföffnung eine solche abwechselnd und anhaltend sich drehende Schublade anbringt, und wenn man zugleich auf die eine oder die andere Weise eine Communication zwischen dem Cylinder und dem Condensator, oder der Abzugsröhre herstellt.

Es sei PQRS Fig. 372 die hintere Platte einer Kammer, welche vor einer der Dampföffnungen

A des Treibcylinders angebracht ist. In dieser Platte selbst ist demnach eine Oeffnung vorhanden, welche der Dampföffnung A entspricht, und um dieselbe liegt ein metallener oder stählerner eben geschliffener Rand a b c d. Auf diesem Rande schließt die ebene metallene Schublade E C B D, welche auf eine Spindel D aufgezogen ist, die außerhalb der Dampfkammer gedreht wird; der Rand E C B der Schublade wird durch ein Druckplättchen F G H, unter welchem er sich verschiebt, gegen den Rand a b c d der Dampföffnung angedrückt, und sobald nun bei jedem Kolbenzuge diese Schublade abwechselnd gedreht wird, muß sie die Oeffnung A abwechselnd bedecken und mit dem Raume der Kammer, in welche der Dampf einstreicht, in Communication bringen.

Sobald die Platte die Gestalt eines Kreises Fig. 273 hat, aus welchem in der Extension eines halben Kreises minus der Extension der Dampföffnung ein Segment geschnitten ist, so wird sie bei einer anhaltenden Umdrehung (einmal während jedes doppelten Kolbenzugs) die beiden Oeffnungen A und B (welche mittelst der Röhren C und D mit den beiden Dampföffnungen communiciren) abwechselnd bedecken und öffnen.

Bei diesen Einrichtungen müssen eigentlich vier Dampföffnungen vorhanden sein, nämlich zwei, durch welche der Dampf einstreicht, und zwei andere, durch welche er ausfließt. Für jede dieser Oeffnungen muß dann eine abwechselnd sich drehende Schublade (Fig. 372) angebracht werden, oder man muß sowohl die zwei ersten, als die zwei letzten communiciren lassen mit einer geschlossenen Kammer, in welcher eine sich rund umdrehende Schublade (Fig. 373) thätig ist. Die erste Kammer empfängt den Dampf und durch die zweite fließt er aus. Aber die Einrichtung kann compendiöser gemacht werden. Man

kann nämlich dieselbe Dampfsöffnung mit der Abzugsröhre communiciren lassen, sobald sie von der Schublade bedeckt wird, um den Dampf abzusperren, und zwei Schubladen leisten dann eben so viel, als vier, während auch mittelst einer einzigen Schublade die Communication sowohl des Kessels, als des Condensators mit dem obern und mit dem untern Theile des Cylinders hergestellt werden kann. Um diesen Zweck zu erreichen, kann man z. B. die Dampfkammer in zwei Fächer unterabtheilen, von welchen das erstere mit dem Dampfkessel und das zweite mit dem Condensator communicirt. Ist die Schublade im ersten Fach über die Hälfte der Dampfsöffnung fortgerückt, so kann der Dampf einstreichen und das Abziehen desselben findet statt, wenn die Schublade im zweiten Fache noch die andere Hälfte der Dampfsöffnung deckt. Man kann auch die Einrichtung derjenigen der Dampfventile ähnlich machen, indem man zwei Dampfkammern unter einander setzt. Die Einrichtung kann auch noch anders sein, wenn man die Schublade stets eben und massiv läßt; aber keine derselben hat vor derjenigen den Vorzug, durch welche die Schublade selbst gleich einem Hahne so eingerichtet und ausgeschnitten wird, daß, wenn sie eine Oeffnung bedeckt, dieselbe zugleich mit dem Abzugsrohre communicirt.

Es wird hinlänglich sein, diese Einrichtung für den Fall zu erklären, wo sie gleich einem Hahne mit vier Wegen, die beiden Dampfsöffnungen zugleich, die erste mit dem Dampfkessel, die zweite mit dem Condensator communiciren läßt.

Es sei wiederum PQRS (Fig. 874 Nr. 1) die hintere Platte der verschlossenen Dampfkammer, in welche der Dampf durch eine Seitenröhre S einstreicht (siehe Fig. 874 Nr. 2 und den Durchschnitt der Kammer nach der Linie xy, wenn sie geschlossen

dessen Boden AB (Fig. 375) lief eine Röhre CD, verbunden mit einer kurzen Röhre oder mit einem kupfernen Mundstück EF, welches in die Kesselhaube GH geschraubt war und in den Kessel selbst hineinreichte; — der untere Rand war ganz eben; an denselben schloß die sich abwechselnd drehende Schublade ab, welche die Gestalt eines Kreissegmentes besaß und verbunden war mit einer Art von dampfdicht schließendem Hahn, bI, welcher außerhalb des Kessels mit einem Schlüssel IKL gesteuert wurde.

Wenn der Kolben durch die atmosphärische Luft niedergedrückt war, wurde der Schlüssel IK so gezogen oder geschoben, daß die Spindel Ib sammt der mit ihr verbundenen Schublade ab ungefähr eine Achtelsumdrehung machte, so daß die Röhre F geöffnet war und der Dampf in den Cylinder streichen konnte, um dem atmosphärischen Druck oben auf den Kolben das Gleichgewicht zu halten und zu bewirken, daß der Kolben durch die Wirkung eines Uebergewichtes, das am andern Arme des Maschinenbaumes hing, emporsteigen konnte. Die Schublade wurde alsdann wieder zurückgedreht, um die Röhre EF zu verschließen, während der benutzte Dampf im Cylinder selbst verdichtet wurde. Der Druck des Dampfes im Kessel gegen die untere Fläche der Schublade ab war offenbar ausreichend, um dieselbe an den Rand der Röhre EF anschließend zu erhalten. Späterhin verdichtete man den Dampf außerhalb des Cylinders. Der Cylinder wurde auch gerade nicht immer auf den Dampfkessel gesetzt, sondern mit demselben in Communication gebracht, durch eine Röhre, welche nun eine Dampfschublade, dann wiederum einen Dampfhahn bekam, wie eben früher bei den allerersten Dampfmaschinen das Bedürfniß gewesen war; darauf kam ein Dampfventil, eine Dampfbüchse u. s. w.

In neuerer Zeit hat man mehrmals die Drehschubladen in kleinen Dampfmaschinen von hohem Druck angewendet. Besonders machte Evans in seinen Maschinen, wo der Dampf mit Ausdehnung wirkte, von denselben auf eine Weise Gebrauch, welche in §. VII näher erklärt werden soll. Sobald Drehschubladen aus hartem Metall oder Stahl verfertigt sind, keinem zu großen Druck unterworfen werden, oder von keiner zu großen Dimension sind, so können sie auch dem Zweck entsprechen, und es ist nicht viel Kraft erforderlich, sie zu steuern oder in Thätigkeit zu setzen. In andern Fällen können sie einer ungleichen Reibung und Abnutzung ausgesetzt sein und dadurch zum Leckwerden Veranlassung geben; oder es kann bei einer größern Berührungsoberfläche die Ueberwindung der Reibung einen ansehnlichen Theil der Triebkraft in Anspruch nehmen. Die Austreibung des im Cylinder verdichteten Wassers findet schwierig von selbst (nämlich ohne Anwendung besonderer Abzugshähne) statt.

§. IV.

Auf- und niedergehende Dampfschubladen.

214. Die Einrichtung der auf- niedergehenden Dampfschubladen ist in der vorhergehenden zweiten Abtheilung mehrmals gewählt worden, um anzuzeigen, wie der regelmäßige Zufluß und Abfluß des Dampfes hergestellt werden kann. Diese Einrichtung selbst braucht deshalb hier nicht auf's Neue erklärt zu werden (vergl. jedoch Art. 39 und 42, wie auch die Fig. 29, 30, 31, 37 — 39, 41, 46, 49 — 51, 61 — 63, 79, 81, 84, 92, 117 und 118). Sie ist einfach und ganz geschickt, um zu erläutern, wie der Dampf abwechselnd über und unter den Kolben streichen und abziehen kann.

Die Dampfschubladen selbst lassen sich in zwei Arten unterscheiden, nämlich in platte hohle Dampfschubladen und in offene halbrunde Dampfschubladen; von beiden ist jedoch die wirkende Seite immer eben, weil die Dampföffnungen rechtwinklig sind. Diese arbeitende Seite muß gehärtet sein und aus Stahl oder aus Metall bestehen, nämlich aus Stahl in dem Falle, wenn das Wasser weder salzig, noch hart ist; desgleichen muß die hintere Platte der Dampfkammer, an welche die Dampfschubladen anschließen, und so weit als die auf- und niedergehende Bewegung stattfinden soll, von Metall sein. Diese Oberflächen werden unter einem hinlänglichen Druck so lange mit Schmirgelpulver auf einander geschliffen, daß keine Spuren von Vertiefungen oder Unebenheiten übrig bleiben und man des genauen Anschlusses so viel wie möglich versichert sein kann.

Die Einrichtung der Dampfkammer kann verschieden sein, je nachdem das Andrücken der Schubladen gegen die hintere Platte der Kammer durch den Dampf oder durch Liderung bewerkstelligt wird. Es ist nämlich bei der Beschreibung, welche früher (im ersten Kapitel der zweiten Abtheilung §. IV Art. 42) von der Einrichtung der Dampfschubladen gegeben ist, zugleich bemerkt worden, daß sie mit ihren stehenden Rändern in metallenen Falzen geleitet werden (vergl. Fig. 37 und 38 Taf. IV). Die Ränder dieser Falze schließen gut an den Rändern der Schubladen, um eine wackelnde Bewegung zu verhindern, aber um die Schubladen vollkommen dampfdicht an der Hinterplatte der Dampfkammer anschließen zu lassen, müssen die genannten Ränder so angedrückt werden, daß die Bewegung nur mit Mühe oder mit einem ansehnlichen Kraftverlust stattfinden kann, und noch alsdann wird die Reibung so

beträchtlich sein, daß der vollkommen dampfdichte Schluß sehr bald aufhören wird u. s. w.

Wenn nun die Kammer, in welcher die Schubladen thätig sind, bestimmt ist, den Dampf aufzunehmen, entweder aus dem Dampfrohr (vergl. Fig. 31 Taf. IV oder Fig. 36 Taf. V), oder aus dem Raume des Cylindermantels (vergl. Fig. 118), so ist bei einer genauen Ebenheit der Berührungsflächen der Dampfdruck gegen den Rücken und gegen die hintern Flächen der Schubladen mehr als ausreichend, um ein gehöriges Anschließen zu bewirken; denn auf der andern Seite erfahren die Schubladen nicht viel mehr Druck als denjenigen des verdünnten oder auch verdichteten Dampfes. Aber sobald die Dampfkammer ganz oder zum Theil als Abzugsröhre dienen muß (vergl. z. B. Fig. 49 Taf. VI), so werden die Schubladen an der innern Seite stärker gedrückt, als an der Außen- oder Hinterseite, und der Schluß in den oben genannten Falzen ist dann nicht ausreichend, so daß dem Mangel des Anschließens durch Liderung abgeholfen werden muß.

Die Einrichtung kann auch noch darin verschieden sein, daß die Schubladen entweder mit Stangen, oder mit Zahnstangen und gezahnten Bogen in Bewegung gesetzt werden. Das erste Bewegungsmittel ist viel besser, als das andere.

Beide Schubladen können ferner zusammen, oder jede derselben besonders bewegt werden. Endlich brauchen keine zwei Schubladen gegenwärtig zu sein, denn durch Anwendung von nur einer Schublade kann man, ohne Rücksicht auf den unvermeidlichen Dampfverlust zu nehmen, denselben Effect, wie mit zwei Schubladen erlangen.

215. Murray scheint zuerst auf die Idee gekommen zu sein, den Anfang der Wirkung eines Dampfhahnes mit vier Wegen anzuwenden auf die

Dampfschubladen und also den Zu- und Abfluß des Dampfes über und unter den Kolben mit nur einer Schublade zu bewirken. Diese einfache Einrichtung hat früher bereits mehrmals zum Beispiel gedient (vergleiche unter andern Fig. 61 Taf. VI; Fig. 79 und 81 Taf. VII; Fig. 84 Taf. IX und Fig. 93 Taf. X); ausführlicher ist dieselbe noch abgebildet in Fig. 376. A und B sind die obern und untern Dampföffnungen; CDEFGH ist eine breite Röhre aus Gußeisen, eingetheilt in drei Kanäle CD, EF und GH, die alle Durchgang finden in der ebenen Vorderplatte IK, gegen welche auch rings um die rechtwinkligen Oeffnungen D, E, G eine metallene oder stählerne Platte angeschraubt ist.

Längs dieser letztgenannten Platte wird die Dampfschublade LM in Falzen auf- und niedergeschoben, und es erfolgt die Mittheilung der Bewegung durch einen gezahnten Bogen O, welcher auf die Zahnstange LM wirkt. Die Welle des Zahnbogens O geht durch eine Stopfbüchse, welche an die Seitenwand der Dampfbüchse NPQR geschraubt ist, und wird von außen durch eine excentrische Scheibe oder durch eine Kurbel mit einem Kniestück hin- und hergedreht. Durch ein Dampfrohr S, welches oben, oder auf der Seite, oder an einer andern Stelle mit der Dampfbüchse communicirt, kommt der Dampf in den Raum hinter der Schublade. Wenn die Schublade aufgeht und also die Oeffnung D entblößt wird, strömt der Dampf durch die Röhre DC und durch die Dampföffnung B unter den Kolben, um denselben emporzutreiben. Zu derselben Zeit umfaßt der hohle Theil der Schublade die beiden Oeffnungen G, E, und der Dampf, der zuvor, als die Schublade niederging, über dem Kolben benutzt wurde, kann nun durch die Oeffnung A und durch die Röhre *HG in* die Oeffnung E übertreten und so ferner

nach dem Condensator abziehen, wie außerdem durch die beiden niedersteigenden Röhren T, U (Fig. 376 Nr. 2), welche an die Röhre F zwischen dem Cylinder und der Dampfkammer angeschraubt sind. Bei dem Niedergange der Schublade muß dieselbe Wirkung in einer entgegengesetzten Richtung stattfinden.

Die Bewegung kann der Dampfschublade auch mitgetheilt werden durch eine Stange, welche auf- und niedergeschoben wird. Die Stange V W (Fig. 377) ist dann unverrückbar am Rücken der Dampfschublade befestigt; sie läuft durch ein Stopfbüchschen X, welches über einer Oeffnung des Deckels oder des Bodens (hier des Bodens) der Dampfkammer sitzt; und sie empfängt ihre Bewegung von irgend einem Theile der Maschine, z. B. von einer excentrischen Scheibe, die mit einem Kniestück auf eine Welle wirkt, welche wiederum mit zwei andern Kniestücken die Stange V W emporhebt und niederzieht. Diese Steurungsart der Schublade erfordert zwar ein wenig mehr Kraft, als bei Anwendung eines gezahnten Bogens, der auf eine gezahnte Stange wirkt, aber sie ist einfacher, sanfter und auch fester, so wie sie auch, wenn die Leitung der Stange auf eine sichere Weise stattfindet, keinen weniger guten Anschluß der Schublade erzeugen kann.

Für den bequemern Abfluß des Wassers aus dem untern Theile des Cylinders ist es besser, die Dampfkammer in der Nähe der untersten Dampföffnung anzubringen, so daß die Oeffnung D beinahe in der Verlängerung der Dampföffnung B liegt und die Röhre G H A die Länge des Cylinders bekommt. Der Dampf muß dann gleichwohl einen größern Weg zurücklegen, um über den Kolben zu gelangen; die Dampfröhre wird häufig auch länger und allein durch eine höhere Stellung des Cylinders im Verhältniß zum Kessel, oder durch andere lokale Gele-

genheiten wird diese Modification vorgeschrieben (vergleiche Fig. 92 Taf. X). Auch muß in jedem Falle das Wasser durch die Oeffnung D in die Oeffnung E getrieben werden, weil ohne die Anwendung von zwei Schubladen, die einzeln bewegt werden, die Abflußöffnung E immer zwischen den beiden Dampföffnungen und demnach über der untern Oeffnung D liegen muß.

Um zu bewirken, daß das Wasser aus dem Cylinder von selbst abläuft, muß die Dampfkammer den benutzten Dampf aufnehmen und in die Abzugsröhre abfließen lassen, während der Dampf dann einstreichen muß, wo er sonst abzieht (vergl. Fig. 49 Taf. VI). Es sei z. B. A Fig. 378 ein Theil des Dampfcylinders, umgeben mit einem Mantel B, aus welchem der Dampf durch die Oeffnung C in die Höhlung der Dampfschublade D gelangen kann, um so durch die Dampföffnungen E und F unter und über den Kolben strömen zu können, sobald die Dampfschublade in ihrem höchsten oder tiefsten Stande ist. Die Kammer GH, in welcher die Dampfschublade D thätig ist, nimmt den benutzten Dampf auf, welcher durch die angefügte Röhre I ausfließt, und sobald die Schublade am Boden des Cylinders angebracht ist (wie sie in der Figur dargestellt ist) und deshalb nicht in der Höhe der Mitte des Cylinders (so wie oben angenommen wurde Fig. 376 u. 377), so wird bei dieser Einrichtung das Wasser immer aus dem Cylinder einen freien Abfluß haben; aber der Dampfverlust in den Röhren, oder auch in dem Kanale, welcher nach der obern Dampföffnung leitet, wird fortdauern.

Mit dieser Einrichtung stimmt diejenige der Dampfmaschine überein, welche im vierten Kapitel der zweiten Abtheilung Art. 91 beschrieben und in Fig. 81 Taf. VIII abgebildet ist; es muß jedoch die Dampf-

schublade in einer Richtung bewegt werden, welche derjenigen der Bewegung des Kolbens entgegengesetzt ist. Damit ferner die Schublade an der innern Seite durch den aus dem Kessel kommenden Dampf und auf dem Rücken durch den ausfließenden Dampf in der Kammer GH gedrückt werde, muß sie noch auf die eine oder die andere Weise dampfdicht angedrückt werden an die metallene Platte, auf welcher sie sich verschiebt; denn die Falze, in welchen ihre Ränder laufen, haben nur, wie oben bereits gesagt wurde, den Zweck, die Bewegung der Schublade mit Genauigkeit zu leiten, können aber keineswegs ohne eine beträchtliche Reibung einen dampfdichten Schluß anhaltend herstellen. Der hier erwähnte Schluß kann bei Maschinen von kleinen Dimensionen in hinlänglichem Grade erlangt werden, wenn man am Rücken der Schublade zwei starke Stangen abc und de befestigt und sie durch Stopfbüchsen bei b und e laufen läßt. Eine dieser Stangen, z. B. die Stange de ist nur Leitstange; die zweite Stange abc dient zugleich, um die Schublade aufzuziehen und niederzudrücken; und wenn nun die Stopfbüchsen so eingerichtet werden, daß man im Stande ist, die Liderung an den Seiten G und H beliebig anzudrücken, so wird auch die Schublade an der metallenen Platte, an welcher sie sich hin- und herbewegt, so gut schließend gemacht werden können, daß ein Entweichen des Dampfes nicht stattfindet.

Diese Art, den Schluß herzustellen, ist jedoch unzureichend bei Schubladen von großer Dimension; diese dürfen mit ihren Rändern nicht in metallenen Falzen geleitet werden, sondern diese Ränder müssen mit geöltem Werg oder Liderung durch metallene Plättchen angedrückt werden. Lieber noch gebe man der Schublade die in Fig. 380 ausgedrückte Gestalt, so daß sie gleichsam mit einem halben hohlen Cylin-

der DEF verbunden scheint, durch welchen der Dampf nach der Abzugsröhre abfließen kann und um welchen Cylinder ein Rand von Liderung gelegt wird, den man mit metallenen Liderungsringen auf dieselbe Weise andrückt, wie dieses bei den Dampfschiebern der Fall ist, deren Einrichtung ganz mit dieser Art von Schubladen übereinstimmt und in dem folgenden §. näher erklärt werden soll (siehe deshalb daselbst nach).

Die Dampfschublade kann auch horizontal gerichtet sein, auf welche Weise sie in der Dampfmaschine von Fenton, Murray und Wood angebracht ist. In dem horizontalen Boden CD (Fig. 381) der Dampfkammer sind drei Oeffnun a, b, c; die erste a steht in unmittelbarer Communication mit der untern Dampföffnung A des Cylinders; die zweite c ist durchlaufend, und unter derselben ist die Röhre E, welche nach dem Condensator führt, angefügt; die dritte b communicirt mit der obern Dampföffnung B und zwar mittelst der Röhren BF, GH und IK (Fig. 381 Nr. 2), von denen die erste BF längs dem Cylinder und die zwei letzteren von der Oeffnung b längs den Oeffnungen c und aA nach der Röhre BF laufen; die Dampfschublade L verbreitet ihre Wirksamkeit über diese drei Oeffnungen ganz wie in den Fällen, wo sie eine verticale Richtung besitzt. Die Oeffnung b kann auch durch nur eine Röhre PQ mit der Röhre BF der obern Dampföffnung communiciren (siehe den Grundriß hiervon Fig. 381 Nr. 3), und die Dampföffnung a wieder unmittelbar mit der Dampföffnung A, oder durch die seitenständige Röhre aR. Endlich kann die Einrichtung von der Art sein, daß die Oeffnung a (Fig. 381 Nr. 4) unmittelbar communicirt mit der Röhre BF der oberen Dampföffnung, und die Oeffnung b durch den darunter liegenden

Kanal dA mit der Dampföffnung A, während alsdann die Oeffnung c mit dem Condensator durch eine Röhre communicirt, welche nicht unter dieser Oeffnung c, sondern an der Seite derselben angebracht ist. Keine dieser Einrichtungen besitzt jedoch den Vorzug vor derjenigen, nach welcher die Schublade vertikal gerichtet ist, weil wegen der größern Complication der Dampfverlust in den Röhren größer ist und die Beseitigung des Wassers aus dem Cylinder viel schwieriger zu bewirken ist und ohne Hülfe von Hähnen oder Ventilen gegenwärtig gar nicht vollkommen bewerkstelligt werden kann.

Der Dampfverlust ist geringer, und der freie Abfluß des Wassers kann unbehindert stattfinden, wenn die Dampfkammer nicht den Dampf zu empfangen, sondern denselben abziehen zu lassen hat und wenn demnach die Einrichtung der Schublade mit derjenigen eines Dampfschiebers übereinstimmt (vergl. Fig. 378—380).

Derselbe Zweck wird jedoch vortheilhafter erreicht, wenn man (siehe Fig. 382) die Dampföffnungen A und B unmittelbar in die Dampfkammer EF sich einmünden läßt, und wenn die Dampfschublade CD eine Extension bekommt, die der Länge des Cylinders gleich ist, um beide Dampföffnungen bedecken zu können und durch die Oeffnungen a und b dieselben abwechselnd mit dem Raum oder der Kammer G communiciren zu lassen, aus welcher eine seitenständige Röhre c nach dem Condensator läuft. Denn zuerst kann der Dampf aus der Dampfkammer unmittelbar durch die beiden Dampföffnungen einstreichen und sodann kann das Wasser aus dem Cylinder von selbst abfließen, nämlich durch die obere Dampföffnung durch Andrücken des Kolbens, wenn dieser fast in seinen höchsten Stand gelangt ist und wenn alsdann diese obere Dampföffnung A (deren

Mündung hier nothwendig eine abgeschrägte Form haben muß) bereits ein wenig entblößt, dagegen die untere noch nicht geschlossen ist; — und durch die untere Dampföffnung, wenn der Kolben emporgeht und diese Oeffnung von der Schublade nicht mehr bedeckt wird. In vielen Fällen und ganz besonders, wenn das Kaliber der Maschine nicht groß ist, wird es nicht nöthig sein, daß die Dampföffnungen schon vor dem Ende des Kolbenzuges entblößt sind, wenn die Mündungen dieser Oeffnungen eine abgeschrägte Form haben; denn das Wasser muß in diese Mündungen abfließen, oder durch dieselben ausgeführt werden, und sie können geräumig genug sein, um dieses Wasser aufzunehmen, bis der ganze Kolbenzug vollbracht ist und die Dampföffnungen entblößt werden. Die einzige damit verbundene Unannehmlichkeit besteht darin, daß das Wasser nun in die Dampfkammer abläuft und durch einen besondern Hahn von Zeit zu Zeit ausgeleert werden muß, während dasselbe bei einer den Dampfschiebern ähnlichen Einrichtung frei in den Condensator ablaufen kann und in der Dampfkammer kein Dampf verdichtet wird.

Eine einzelne Schublade, welche sich von der untern Dampföffnung bis zur obern erstreckt, wie sie hier abgebildet ist, wird selbst bei einer mäßigen Länge des Cylinders wegen der Unwahrscheinlichkeit einer hinlänglich genauen Berührung der Oberflächen in der ganzen eben erwähnten Extension nicht gut anwendbar sein. Die Anwendung derselben wird auch sehr behindert werden durch die sehr beträchtliche Reibung, welche der Dampfdruck auf die ganze hintere Fläche der Schublade ausübt. Darum muß man die Schublade in zwei Fächer theilen, von denen jedes einer der Dampföffnungen und der übereinstimmenden Condensatoröffnung oder Abzugsöffnung entspricht; aber diese Zusammensetzung darf im Wesent=

lichen nicht verschieden sein von derjenigen, nach welcher zwei Schubladen durch eine Stange gekoppelt sind. Besonders bei Maschinen von großem Kaliber oder bei solchen, deren Cylinder eine mehr als mäßige Länge haben, hat die Anwendung zwei gekoppelter Schubladen vor derjenigen einer einzelnen Schublade den Vorzug.

Ueber die Einrichtung gekoppelter Schubladen (die jedoch auch ohne Kuppelung einzeln bewegt werden können) ist wenig mehr zu bemerken, da sie bis auf kleine Modificationen keine andere sein kann, als die bereits früher erklärte (siehe Fig. 29, 31, 37, 38, 39, 46 und 118 Taf. III, IV, V und XII).

Um jedoch, wenn die Dampfmaschinen von großem Kaliber sind, oder auch einen langen Cylinder haben, das Complicirte und auch (wegen des größern Dampfverlustes durch Abkühlung) das Unvortheilhafte einer einzelnen Dampfkammer, welche die beiden Schubladen einschließt, zu vermeiden, schließt man jede Schublade in eine besondere Kammer; die Kuppelstange läuft durch Stopfbüchsen, welche die Oeffnungen des Bodens der beiden Kammern bedecken, durch welche sie läuft; und die Kammern communiciren durch zwei hohle Säulen. Hierdurch erfährt das Ganze hinsichtlich der Anbringung der Theile einige Modificationen, die man entnehmen kann aus den Fig. 383 Nr. 1, 2 und 3, welche einen Durchschnitt zwei mit einander verbundener oder durch hohle Säulen communicirender Dampfkammern darstellen, in welchen offene halbrunde Schubladen thätig sind.

Die zweite Art der Dampfschubladen, welche oben offene halbrunde Schubladen genannt worden sind, unterscheidet sich darin von der erstern Art, daß sie gleich den Dampfschiebern mit Liderung angedrückt werden müssen, und daß sie die Dampf-

öffnungen nicht überdecken, wie es die ebenen hohlen Schubladen zu thun pflegen.

In den Fig. 383 Nr. 4, 5 und 6 ist von einer solchen Schublade eine Ansicht von oben, von vorn und im Durchschnitt gegeben. Sie hat die Gestalt eines halben offenen Cylinders, welcher durch das Blatt a b in zwei Fächer geschieden und an der vordern Seite mit Metall oder Stahl belegt und eben geschliffen ist, um an den Metallplatten der Hinterwände der beiden Kammern anzuschließen; mitten im Blatt a b ist zugleich eine offene Büchse zum Durchgang und zur Befestigung von Zug- und Kuppelungsstangen. Die Fig. 383 Nr. 1 und 2 sind Durchschnitte der Kammern, in welchen sich diese Art von Schubladen befinden, und die Fig. 383 Nr. 3 gibt die äußere Form des Ganzen. Der Dampf streicht ein durch die Dampföffnung A, oder er kommt aus dem Raume des Cylindermantels (siehe Fig. 383 Nr. 7) durch den Kanal P, vor welchem in der entsprechenden Oeffnung der obern Dampfkammer das Drosselventil z angebracht ist. Die erste hohle Säule B C ist immer mit Dampf gefüllt (eben so wie bei andern Einrichtungen die ganze einzelne Dampfkammer); sie communicirt durch die Oeffnungen E und F mit dem untern Theile der obern Dampfkammer und mit dem obern Theile der untern Dampfkammer.

Die zweite hohle Säule G H leitet nach dem Condensator und steht durch die Oeffnungen I und K in Communication mit dem obern Theile der obern Dampfkammer und mit dem untern Theile der untern Kammer. L und M sind die halbrunden offenen Schubladen, um welche auf festen Simsen c d ein Kranz von geöltem Werg liegt, welches angedrückt wird durch die halben Metallringe oder durch *die halben Monde* e f, die mit drei Schrauben g, h, i

angezogen werden. Die Muttern dieser Schrauben sind in die eisernen oder metallenen Platten k l geschnitten, welche im obersten Theile der Kammer befestigt sind; die Schrauben gehen über dieses durch die obern Platten der Kammern, damit sie außerhalb derselben nach Belieben angezogen werden können, sobald die Schubladen einen unvollkommenen Schluß auf den Metallplatten der Dampfkammern haben. N O ist die Kuppelungsstange der beiden Schubladen; sie läuft durch die Stopfbüchsen Q und R. S T ist die Stange, durch welche die Bewegung beiden Schubladen mitgetheilt wird und welche hier mit der untersten Schublade verbunden ist, um unnöthige Complication zu vermeiden, indem mehr Stangen erforderlich werden, wenn diese Stange S T an die obere Schublade gekoppelt ist.

Da nun die Schubladen vorn an den Metallplatten der Dampfkammern anschließen und hinten mit Liderung umgeben sind, so werden die Dampfkammern durch die massiven Mittelwände a b (Fig. 383 Nr. 4 — 6) der Schubladen gewissermaßen in zwei besondere Fächer getheilt. Der ebene mittlere Theil n o p q (Fig. 383 Nr. 5) der vordern Seite der Schubladen ist von solcher Breite, daß die Dampföffnungen U, V (Fig. 383 Nr. 2 und 7) von ihm ganz bedeckt werden können. Befinden sich nun die Schubladen in dem tiefsten Stande Fig. 383 Nr. 1 und 2, so haben die genannten Dampföffnungen eine freie Communication mit den obern Fächern der Dampfkammern; der Dampf strömt dann unter den Kolben durch die Oeffnungen F und V, während der benutzte Dampf über dem Kolben durch die Oeffnungen V und I den Cylinder verläßt und nach dem Condensator abzieht. Befinden sich die Schubladen in ihrem höchsten Stande, so communiciren die Dampföffnungen U und V mit den untern Theilen der

entsprechenden Dampfkammern, und der Dampf wird nun durch die Oeffnungen E (oder z) und U über den Kolben gelangen, und der Dampf unter demselben durch die Oeffnungen V und K nach dem Condensator abziehen u. s. w. Und während die Schubladen anhaltend (nämlich nicht auf einmal, wie die Dampfventile u. s. w.) bewegt werden, sind die Dampföffnungen von den mittlern ebenen Theilen n o p q (Nr. 5) der Schubladen ganz (jedoch auch nur für einen einzigen Augenblick) bedeckt, wo dann die Veränderung der Communication der Dampföffnungen mit den oberſten oder unterſten Fächern der Dampfkammern stattfinden muß.

Wenn die Schubladen eben und hohl sind, so kann dieselbe Einrichtung der Dampfkammern angewendet werden; aber die Ringe zum Andrücken der Liderung u. s. w. werden alsdann ersetzt durch metallene Falze, um in denselben die Ränder der Schubladen zu leiten.

Der Vortheil bei der Anwendung offener halbrunder Schubladen statt ebener hohler Schubladen besteht 1) in der größern Sicherheit ihres hinlänglich dampfdichten Anschließens, was, da die Liderung gerade den Dampföffnungen gegenüber angebracht ist, auch gerade da stattfindet, wo es allein erforderlich ist; und wenn dieser gute Schluß irgend einmal mangelhaft werden sollte, so wird er durch einfaches Anziehen der Liderung leicht und auch ganz sicher wieder hergestellt, was bei größern Maschinen ein sehr wichtiger Vortheil ist; 2) wird die Quantität der zu überwindenden Reibung geringer sein, als bei ebenen hohlen Schubladen. Denn letztere werden auf dem Rücken oder auf der ganzen hintern Fläche vom Dampf gedrückt, und dieser ganze Druck wird ausgeübt auf die Ränder, mit denen die Schubladen mit der hintern Platte der Dampfkammer in Berüh=

rung stehen. Aber bei den offenen halbrunden Schubladen entspringt die Reibung allein von demjenigen Theile, welcher sowohl mit der Liderung, als auch mit der hintern Platte der Dampfkammer in Berührung steht; denn die unbedeckten Theile der halbrunden Rücken sind von außen und von innen mit Dampf umgeben, werden deshalb gleichmäßig gedrückt und verursachen also keinen Druck auf die hintern Platten und keinen Reibungswiderstand. Die Oberfläche, welche die hohlen Schubladen dem Dampfe von hinten darbieten, kann nicht geringer sein, als reichlich der sechsfache Durchschnitt der entsprechenden Dampföffnung. Für die offenen halbrunden Schubladen kann die Berührungsoberfläche sowohl mit der Liderung als auch mit der hintern Platte der Kammer noch nicht den vierfachen Durchschnitt der Dampföffnung betragen, und die gedrückten Oberflächen müssen sich demnach zu einander verhalten wie beinahe 7 zu 4. Aber auf der andern Seite läßt sich nicht verkennen, daß die relative Quantität der Reibung bei den offenen halbrunden Schubladen mehr beträgt, als bei den ebenen hohlen Schubladen, weil letztere durch den Dampf selbst gerade so stark angedrückt werden, als nöthig ist, während der verlangte Druck mit Liderung nicht so genau regulirt werden kann; oder er ist immer reichlich so groß, als der Dampfdruck, und ohne dieses kann sich auch der Fehler des Leckwerdens einstellen. Hinsichtlich der Verfertigung kann man den offenen halbrunden Schubladen den Vorzug im Allgemeinen nicht geben, aber diese Rücksicht steht natürlich derjenigen des bessern Effectes nach.

216. Es ist nicht schwierig, die Dimensionen der Dampfschubladen festzustellen. Es sei z. B. A (Fig. 384) die obere Dampföffnung; B die entsprechende Oeffnung nach dem Condensator; die Breite des massiven Theiles der zwischen den beiden Oeff-

nungen A und B liegt, braucht nicht viel mehr zu betragen, als die Breite der Dampf- und Condensatoröffnungen, und wenn alsdann die Länge der Dampfschublade im Lichten so klein wie möglich sein soll, so muß dieselbe gleich sein der dreifachen Breite oder Höhe der Dampföffnungen. Die Scheidewand zwischen A und B kann selbst noch kleiner genommen werden, als die Breite der Dampföffnungen, und die Länge des hohlen Theiles der Schublade muß also mit $2\frac{1}{2}$ Mal der Breite der Dampföffnungen ausreichend sein können. Aber eines Theils ist es nicht rathsam, dem Zwischenraume der Oeffnungen A und B eine geringere Breite, als diejenige der Dampföffnungen zu geben, damit der ebene obere Rand a b c d beim niedrigsten Stande der Schublade nicht zu weit über die Condensatoröffnung reiche, und andern Theils ist eine größere Länge C D nützlich, damit die Condensatoröffnung bereits am weitesten geöffnet sei, sobald die Dampföffnung mit ihr in Communication tritt. Deshalb wird eine Länge der Dampfschubladen, im Lichten, welche gleich ist der $3\frac{1}{2}$fachen Breite der Dampföffnungen ein ausreichendes Maas sein; denn nimmt man sie noch größer, so wird wiederum die Ebene der Schubladen, da sie durch den Dampf gedrückt wird, einen größern Druck erfahren und auch einen größern Reibungswiderstand erzeugen. Im Durchschnitt ist die Breite oder Höhe der Dampföffnungen gleich $\frac{1}{4}$ ihrer Länge (vergleiche oben drittes Kapitel Art. 193, c), und die Länge des hohlen Theiles der Dampfschubladen wird dann im Durchschnitte der Länge der Dampföffnungen gleich; der Rand c d f e des hohlen Theiles ist also ziemlich viereckig.

Die Höhe des obern Randes a b c d der Schublade muß genau der Höhe der Dampföffnung gleich *sein, wenn* der Dampf während des ganzen Kolben-

zuges mit vollem Drucke wirken soll. Diese Dimension ist auch in der Hinsicht zweckmäßig, um den freien Abzug des Wassers aus dem Cylinder am Ende des Kolbenzuges zu befördern. Der größte Theil der Dampfmaschinen (in welchen der Dampf, wie man versichert, nicht durch Ausdehnung wirkt) ist so eingerichtet, daß die Oeffnungen bereits geschlossen sind, wenn der Kolben noch $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{8}$ seines Laufes vollbringen muß, und die Extension des genannten obern Randes kann alsdann der anderthalbfachen Breite der Dampföffnungen gleich werden. Die unterste Leiste f e und die stehenden Ränder a d f und b c e können mit einer Breite, welche gleich ist der halben Breite oder Höhe der Dampföffnungen, ausreichen. Aus dieser Dimension läßt sich leicht abnehmen, daß die Berührungsoberfläche a b e f c d der Schubladen im Durchschnitte wenigstens dreimal der Oberfläche des Durchschnittes der Dampföffnungen gleich ist. Diese Schätzung muß verhältnißmäßig größer sein, wenn nur eine Schublade angewendet wird, weil für diesen Fall sowohl die untere Leiste als der obere Rand der Schublade etwas größer als die Höhe der Dampföffnungen sein muß, und die reibende Oberfläche wird dadurch wenigstens der 3½fachen Oberfläche der Dampföffnung gleich. Offene halbrunde Schubladen werden wegen der vorhandenen Liderung auf einer größern Oberfläche gedrückt, und die Extension dieser Oberfläche ist für jede Schublade reichlich der 3½fachen Oberfläche der Dampföffnungen gleich; aber die ebenen hohlen Schubladen erfahren wiederum auf ihrer ganzen hintern Fläche den vollen Dampfdruck, und diese hintere Fläche hat eine Größe von reichlich der sechsfachen Oberfläche der Dampföffnung.

Mit Ausnahme der offenen halbrunden Schubladen sind die Kammern, in welchen sich die Dampf-

schubladen befinden, ganz platt. Für eine einzelne Schublade sind sie natürlich von der geringsten Extension, und der Dampfverlust in Folge von Abkühlung ist dann auch am geringsten. Das eigentliche Maas dieser Kammern differirt jedoch immer mehr oder weniger mit der Form, die man denselben geben will oder muß, mit der Anbringung oder Befestigung des Dampfrohres, mit dem Umstande, ob die Schubladen mit gezahnten Bogen und Zahnstangen oder mit Stangen bewegt werden sollen u. s. w.; und man kann im Allgemeinen nur festsetzen, daß die Höhe dieser Kammern im Verhältnisse zur Extension der Bewegung der Schubladen so klein wie möglich sein müsse, und daß der Durchschnitt dieser Größe d. h. rings um die Schublade oder die Schubladen noch einen unausgefüllten Inhalt besitzen, der wenigstens gleich ist der Oberfläche oder dem Durchschnitte der Dampföffnungen. Es kann auch die Einrichtung dieser Kammern sehr verschieden sein, wie sich aus den verschiedenen Figuren bereits ergeben hat; aber von welcher Art die Einrichtung auch sei, so sehe man bei der Ausführung derselben nur darauf, daß die äußere Oberfläche so klein wie möglich sei und daß die Deckel oder besondere Oeffnungen, welche mit Platten bedeckt werden, so angebracht werden mögen, daß das Einsetzen der Schubladen, der Stangen u. s. w., wie auch die Untersuchung dieser Theile, wenn sie wandelbar werden sollten, mit der geringsten Schwierigkeit geschehen könne.

217. Unter den erläuterten Einrichtungen, nach denen man blos einer einzigen Schublade bedarf, ist häufig diejenige die vortheilhafteste, wo die Kammer, in welcher die Schublade thätig ist, nicht die Bestimmung hat, den Dampf aus dem Kessel aufzunehmen, sondern denselben, nachdem er benutzt ist, in den Condensator *abziehen zu* lassen, wenn die Schublade an der Stelle

der untern Dampföffnung angebracht wird. Müssen wegen des Kalibers der Dampfmaschine oder besonderer Absichten und um den Dampfverlust auf den geringsten Betrag zu reduciren, zwei Schubladen angewendet werden, so werden die halbrunden offenen Dampfschubladen auf die Dauer dem Zwecke besser entsprechen, als die ebenen hohlen Schubladen.

Die Bedingung, die Dampföffnungen in möglichst kurzer Zeit zu öffnen, kann durch Anwendung von Ventilen oder Hähnen besser erfüllt werden, als durch Anwendung von Schubladen, zumal die Einrichtung der letztern es nicht gut zuläßt, daß sie auf einmal aufgezogen und niedergedrückt werden. Daß übrigens die Dampfschubladen dieser Bedingung nicht entsprechen, halte man keineswegs für einen Fehler derselben; denn die Oeffnungen, welche sie bedecken, sind hier oblong oder rechtwinklig, und sobald sie nur etwas entblößt sind, ist schon die Gelegenheit eröffnet, daß ein breiter (obschon dünner) Dampfstrahl in den Cylinder dringt, was für den ersten Augenblick, wo sich die Richtung der Bewegung verändern soll, ausreichend ist. Die Oeffnung wird auch sehr bald am größten, bevor noch der Kolben seinen Weg zurückgelegt hat, weil die Schubladen meistentheils durch eine excentrische Scheibe bewegt werden, welche keine regelmäßige Bewegung auf dieselben überträgt, sondern eine Bewegung, die während der ersten Zeithälfte beschleunigt und alsdann verzögert wird.

Der einzige Nachtheil welcher hier vorliegt, besteht in dem weniger raschen Abflusse des benutzten Dampfes; denn obgleich die Oeffnungen E (Fig. 384), durch welche der Abzug des Dampfes nach dem Condensator stattfinden muß, bei einer sattsamen Länge C D des hohlen Theiles der Schubladen, ganz unbedeckt sein müssen, sobald die Dampföffnung

F entblößt zu werden beginnt, so kann gleichwohl beim Anfange der Entblößung durch diese Oeffnungen F nur ein dünner Dampfstrahl entweichen. Die rechtwinkligen Oeffnungen gewähren übrigens Vortheile (sie sind im Art. 193 1. a, c aufgezählt), welche den erwähnten Nachtheil einigermaßen vergüten, und man kann ihn auch noch geringer machen, wenn man diesen Oeffnungen einen größern Durchschnitt, als den runden Dampföffnungen gibt, so daß, wenn diese letzten gleich sind dem Durchschnitte des Dampfrohres, die ersteren (um auch die größere Zusammenziehung des einstreichenden Dampfstrahles mit in Rechnung zu bringen) $\frac{1}{5}$ größer genommen werden können.

In andern Hinsichten ist die Wirkung der Schubladen vollkommener, ihre Anwendung allgemeiner und vortheilhafter, als diejenige der Ventile oder Hähne. Ihre Einrichtung ist, gleich derjenigen der Kammer, in welcher sie thätig sind, wenigstens in sofern einfacher und vortheilhafter, daß die Anwendung vieler Röhren wegfällt und daß wegen einer kleinern äußern Oberfläche dieser Kammern die Abkühlung des Dampfes im Allgemeinen geringer ist. Sie sind auch dauerhafter im Gebrauche, schließen, wenn sie gut angedrückt werden, besser und lassen also weniger Dampf verloren gehen; während auch die Dampföffnungen nicht allein für den Durchgang des Dampfes weniger behindert sind, sondern auch dieser Durchgang ganz gerade, ohne gebogene Richtungen von Röhren zu verfolgen, stattfindet. Wenn man ferner kleine Dampfmaschinen von sehr hohem Druck ausführt (für welche Dampfhähne vortheilhafter benutzt werden), so sind die Dampfschubladen von einer allgemeinen Anwendung und nach den Dampfschiebern bis jetzt noch die besten mechanischen Mittel, um das abwechselnde Einstreichen und Ausströmen des

Dampfes in Cylinder von allen Dimensionen herzustellen, was man nicht von Ventilen und noch vielweniger von Hähnen behaupten kann.

Zur Bewegung der Dampfschubladen wird kein beträchtlicher Theil der disponiblen Kraft erfordert, indem diese Bewegung in keiner großen Extension stattfindet und anhaltend fortdauert. Der erste Umstand, nämlich der kurze Lauf der Schubladen ist um so wesentlicher, zumal, wenn die Dampfmaschinen von großem Kaliber sind, weil man alsdann Gelegenheit hat, die Dampföffnungen verhältnißmäßig weniger hoch, jedoch breiter oder länger einrichten zu können. Angenommen z. B. daß die Größe der hintern Flächen von zwei Dampfschubladen nicht weniger betrage, als zwölf Mal die Oberfläche des Durchschnittes der Dampföffnungen; daß die Größe dieser Oeffnungen sei

$= \frac{1}{27} + \frac{1}{5}$ von $\frac{1}{27}$ (siehe oben) $=$ beinahe $\frac{1}{23}$ der Oberfläche des Kolbens,

so ist die Größe der ganzen Oberfläche wenigstens

$= \frac{1}{2}$ der Oberfläche des Kolbens.

Da die Quantität des Andrückens der Schubladen ohne Liderung gleich ist dem Dampfdruck und die Reibung der heißen Metalloberflächen auf $\frac{1}{7}$ des Druckes geschätzt werden kann, so ist der zu überwindende Druck gleich $\frac{1}{7}$ von $\frac{1}{2} = \frac{1}{14}$ des Dampfdruckes auf den Kolben. Der Lauf der Schubladen ist häufig nicht größer, als $\frac{1}{8}$ des Kolbenzuges, weshalb die Quantität der Wirkung d. h. die nöthige Kraft gleich sein muß $\frac{1}{14} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{112}$ der totalen Kraft des Dampfes. Aber im Durchschnitte wird nur die Hälfte dieser Kraft nützlich verwendet, oder es kann nur die Hälfte der totalen Kraft als das Kraftvermögen der Maschine betrachtet werden, und in diesem Sinne wird zur Bewegung der Schubladen eine Kraft erfordert $= \frac{1}{56}$ der Kraft der Maschine.

und es sind nur $\frac{4}{9}$ der Kraft, die zur Steurung der Dampfventile nöthig sein können. Für offene halbrunde Schubladen kann man die Kraft auf $\frac{1}{64}$ schätzen.

§. V.

Dampfschiebeventile.

218. Unter Dampfschiebeventilen hat man nichts anders zu verstehen, als halbrunde hohle Röhren, welche gewissermaßen auf den ebenen Hinterplatten der halbcylindrischen Dampfkammern geschoben werden und dazu dienen, das Einstreichen des Dampfes in den Treibcylinder durch die rechtwinkligen Dampföffnungen zu gestatten, den benutzten Dampf aufzunehmen und ihn nach dem Condensator abzuleiten. Sie wirken beinahe auf dieselbe Weise, wie die Dampfschubladen und sind gleichfalls an der flachen Seite in einer Extension, welche ungefähr dem Doppelten oder Dreifachen der Höhe der Dampföffnungen gleich ist, mit eben geschliffenen Platten von Glockenspeise oder Kanonengut belegt *), während das Andrücken und die Leitung mittelst einer Wergliderung bewerkstelligt wird.

Es gibt jedoch eine Art von Schiebeventilen, welche vom Dampfdruck an die Hinterplatten der Dampfkammer angedrückt werden, eben so wie die Dampfschubladen, gleich denen sie auch in Falzen geleitet werden. Sie werden häufig D-Schieber oder hohle D-Schubladen genannt, weil ihr Durchschnitt

*) Sind die Schiebeventile klein, so können sie ganz von Metall sein. Für größere Dimensionen werden sie von Eisen gegossen, und wenn die vordere Seite eben geschliffen ist, werden die eben gearbeiteten metallenen Plättchen auf derselben mit kupfernen Schrauben befestigt und die Köpfe derselben alsdann abgesägt. Nach dieser Befestigung werden die sich berührenden Oberflächen auf einander mit Schmirgel eben geschliffen.

einige Aehnlichkeit mit dem Buchstaben D hat. Sie sind eigentlich halb cylindrische hohle Röhren A B (Fig. 385 Nr. 1, 2 und 3; es gibt hier die zweite Figur eine specielle Darstellung des Schiebeventiles, gesehen von der arbeitenden oder Vorderseite, während die dritte Figur einen horizontalen Durchschnitt des in der Dampfkammer angebrachten Schiebeventiles in seinen Falzen darstellt), oben und unten geschlossen und nur versehen mit zwei rechtwinkligen Oeffnungen C und D. Auf die Strecke A E F G und B H I K springt die ebene Seite um zwei oder drei Zoll vor, und nur dieser Theil der Vorderseite ist eben geschliffen und kommt in Berührung mit der Hinterplatte der Dampfkammer; die Ränder A E, F G u. s. w. treten ebenfalls seitlich hervor und werden in Falzen oder Auskehlungen geleitet. Die obere Oeffnung C hat eine Höhe, welche nur etwas beträchtlicher ist, als die Höhe der obern Dampföffnungen L. Die untere Oeffnung D ist so viel höher, daß sie sowohl die untere Dampföffnung M, als auch die Abzugsöffnung N, welche durch eine Seitenröhre P mit dem Condensator communicirt (und auch unter der untern Dampföffnung liegen kann) zugleich umfassen kann. In dem Stande, welcher in der Figur angegeben ist, ist die obere Dampföffnung L entblößt, und der Dampf strömt aus dem Dampfrohre Q über den Kolben, während der benutzte Dampf unter dem Kolben durch das Schiebeventil nach dem Condensator abzieht. Im höchsten Stande des Schiebeventiles muß die Oeffnung M entblößt sein, die Oeffnung C muß mit der obersten Dampföffnung L correspondiren, um den Dampf über dem Kolben entweichen und nach dem Condensator abziehen zu lassen.

Diese Einrichtung kann ganz eigenthümlich und mit Vortheil diejenige einer einzelnen Schublade er-

setzen, welche die beiden Dampföffnungen umfaßt und von der im Art. 215 die Rede war. Sie ist sehr zweckmäßig; denn da das Schiebeventil zwischen den Flächen A G F E und I H B K ganz und gar mit Dampf umgeben werden kann, so ist es nur derjenige Theil des Rückens, welcher an den eben genannten Flächen liegt, auf welchen der Dampf wirkt, so daß das Schiebeventil Schluß bekommt. Die Extension dieser Flächen kann nun viel kleiner ausfallen, als die zwei gekoppelter Schubladen und zwar beinahe im Verhältnisse von 7 zu 12, so daß die zu überwindende Reibung in demselben Verhältnisse abnimmt. Aber obschon sie in vielen Hinsichten weit mehr zu empfehlen sind, als die gekoppelten Dampfschubladen, so stehen sie doch hinsichtlich des gleichdichten Schlusses und des bequemern Abzuges des im Cylinder gebildeten Wassers unter den eigentlichen Dampfschiebern. Manchmal wird das gleiche und gleichzeitige Andrücken unten und oben befördert durch eine lange stählerne Feder, welche an der innern Wand der Dampfkammer befestigt ist und auf einen ebenen Theil des Rückens des Schiebeventiles drückt. Manchmal gibt man dem Schiebeventil und folglich auch der Dampfkammer einen rechtwinkligen, statt eines halbrunden Durchschnittes. Die Schwere wird außerhalb der Dampfkammer balancirt.

Die eigentlich sogenannten Dampfschieber haben an der ebenen Vorderseite keine Oeffnungen, wie C, D Fig. 385, sondern sind oben und unten offen und werden durch Wergliderung angedrückt. Die Construktion derselben ist etwas verschieden, je nachdem die Liderung um dieselben, wie um einen Dampfkolben, gelegt und zugleich mit bewegt wird, oder je nachdem die Liderung um dieselben herum angedrückt wird, wie um eine Stange in einer Stopfbüchse, oder wie um die oben beschriebenen offenen halb-

runden Schubladen. Für die erste Art ist die Einrichtung dargestellt in den Fig. 386 Nr. 1, 2 und 3. A und B sind die Dampföffnungen des Cylinders, der mit einem Mantel versehen ist, in welchem der Dampf aus dem Kessel strömt und aus welchem er durch eine Oeffnung c (in der ebenen Platte, an welche die Dampfkammer befestigt wird) in die Dampfkammer gelangt. Der hohle halbcylindrische Dampfschieber D E liegt mit der ebenen metallenen Belegung a b c d e f (Nr. 2) auf der entsprechenden metallenen Belegung der eben gedachten Platte; bei g und h ist er mit sauber halbrund abgedrehten Rändern versehen, auf welchen oder an welchen die Liderung sitzt, während das Andrücken dieser Liderung gegen die innere Wand des halbcylindrischen Mantels F G H bewerkstelligt wird durch die metallenen halben Ringe i k. Durch zwei Augen o, o dieser Ringe läuft die Zugstange E D l des Dampfschiebers; sie hat unten bei l einen festen Kopf, welcher den untern halben Ring i k trägt, und oben liegt um diese Stange herum und gegen den obern halben Ring drückend, die Schraubenmutter m. Wenn diese Schraubenmutter angezogen wird, so muß der obere Ring niedergedrückt und dadurch zugleich der untere Ring mit der Stange E D emporgezogen werden, so daß das Anschließen der Liderung oben und unten zugleich stattfindet. Die Liderung wird deshalb gleichzeitig mit dem Dampfschieber bewegt und auf die Extension dieser Bewegung muß demnach die innere Wand des Mantels der Dampfkammer wie ein Cylinder ausgebohrt werden.

Dieser Umstand erschwert die Ausführung und gibt der andern Art der Dampfschieber den Vorzug, die längs einer festen Liderung bewegt werden (diese Liderung kann zugleich angedrückt werden, ohne den Deckel der Dampfkammer abzunehmen); denn für

diese Art von Schiebern braucht der halbcylindrische Mantel nicht gebohrt zu werden, sondern man dreht nur die äußere Oberfläche des Schiebers für einen bestimmten Theil ab. Die Wirkung des Schiebers ist übrigens deutlich. Wenn er im höchsten Stande ist, tritt der Dampf C über den Kolben, und der benutzte Dampf unter dem Kolben zieht durch die Oeffnung B und durch die Abzugsröhre K unmittelbar nach dem Condensator. Befindet sich der Schieber in dem niedrigsten Stande, so fließt der Dampf durch die Oeffnung B, die alsdann der Oeffnung C correspondirt, unter den Kolben, und der benutzte Dampf zieht durch das Schiebenventil DE, wie durch eine Röhre, auf dem kürzesten Wege nach dem Condensator.

Der Dampf, von welchem hier angenommen wird, daß er aus dem Mantel des Cylinders komme, kann auch unmittelbar in die Dampfkammer rings um die Mitte des Schiebeventiles strömen, wenn nämlich die Dampfröhre an dem Mantel der Dampfkammer befestigt wird. Dieses ist in einer horizontalen Projection bei S Fig. 386 Nr. 3 dargestellt, und so stimmt die Einrichtung überein mit derjenigen von Murdock's und Southern's Dampfmaschine, die wir in der vorhergehenden Abtheilung im fünften Kapitel Art. 90 Fig. 80 Taf. VIII beschrieben haben. Die Abzugsröhre kann auch oben angebracht sein, wie man dieses in manchen Figuren dargestellt findet, aber für den freien Abzug des Wassers aus dem Cylinder ist diese Einrichtung keineswegs zweckmäßig.

Ein Dampfschiebeventil nach der zweiten oben angegebenen Art eingerichtet, wird bewegt längs der Liderung p (Fig. 387), welche um dasselbe gelegt ist und auf den festen Simsen qq des Mantels SS der Dampfkammer sitzt, während das Andrücken der Liderung bewerkstelligt wird durch die metallenen *halben* Ringe oder Halbmonde rr, von denen jeder mit

drei oder mehr Schrauben s s angedrückt wird. Die Schrauben s s für den obern Halbmond laufen durch den Deckel der Dampfkammer und werden von außen angezogen; um aber die Schrauben für den untersten Halbmond anzuziehen, muß erst der halbrunde Deckel TT abgenommen werden. Bei dem zweckmäßiger eingerichteten Dampfschieber, der Fig. 388 im Durchschnitte dargestellt ist, braucht letzteres nicht zu geschehen, indem in Folge der winkligen Gestalt des untern Halbmondes m und des Einspringens des Mantels bei t die unteren Schrauben s' auch von außen angezogen werden können. Die Muttern der obern Schrauben s sind in den metallenen Halbring u u geschnitten, welcher in der Dampfkammer liegt, und die Köpfe v der Schrauben sitzen in kleinen Büchsen oder Schalen, welche, damit kein Dampf entweichen möge, mit Oel oder mit geöltem Werg bedeckt erhalten werden. Uebrigens stimmt diese Einrichtung hauptsächlich mit derjenigen überein, deren im sechsten Kapitel der ersten Abtheilung Art. 118 Fig. 119 Taf. XII bereits Erwähnung gethan ist, und man braucht die Figuren nur aufmerksam zu betrachten, um die Specialitäten der ganzen Einrichtung aufzufinden.

Aus der Betrachtung der Einrichtungen und der Wirkungen der Dampfschiebeventile, verglichen mit derjenigen der Dampfschubladen kann man die Ueberzeugung schöpfen, daß, obgleich diese letzte Art mechanischer Mittel von einfacherer und leichterer Zusammensetzung ist, als die erste, man dennoch bei ihrer Anwendung, im Vergleich mit derjenigen der Dampfschiebeventile, wesentliche Vortheile entbehrt. Bei den Dampfschiebeventilen hat man nämlich einen geringern Dampfverlust durch Abkühlung des Dampfes in der Dampfkammer; und sodann wird auch bei guter Verfertigung derselben kein oder sehr wenig

Dampf durch das unvollkommene Anschließen verloren; denn bei mittelmäßigen Dimensionen der Schieberventile können sie auch mit größerer Genauigkeit dampfdicht schließen, und einem Mangel des guten Schlusses kann in sehr kurzer Zeit abgeholfen werden. Die Schieberventile gestatten auch auf eine bequemere Weise den Abzug des Wassers aus dem Cylinder und sie gewähren endlich so, wie die offenen halbrunden Schubladen, den wesentlichen Vortheil vor den ebenen hohlen Schubladen, daß sie mit dem geringsten Andrücken und auch mit dem geringsten Widerstand sich dampfsdicht auf ihren Platten fortschieben. Aber es ist auf der andern Seite nicht zu verkennen, daß bei einer ansehnlichen Länge der Schieberventile die Schwierigkeit, es dahin zu bringen, daß die unteren und oberen Theile der ebenen Vorderseite vollkommen in derselben Ebene liegen, groß sein müsse.

§. VI.

Runde oder cylindrische Dampfschubladen oder Dampfbüchsen.

219. Bei der Beschreibung der Dampfmaschinen mit liegenden oder horizontalen Treibcylindern (fünftes Kapitel der zweiten Abtheilung §. IV Art. 96 und Fig. 84 — 91 Taf. IX) sind bereits runde Dampfschubladen erwähnt, welche gleichsam wie Dampfkolben in ausgebohrten Röhren sich bewegen. Ein Durchschnitt der hierauf bezüglichen Einrichtung und wobei der Fall vorausgesetzt ist, daß der Cylinder vertikal gerichtet sei, ist dargestellt in Fig. 389. A und B sind die obern und untern Dampföffnungen des Cylinders; C D eine Röhre, ausgebohrt bis zu einer gewissen Länge und enthaltend die zwei metallenen Kolben oder Büchsen E. F. welche durch dieselbe Stange, die durch eine Stopfbüchse des Deckels

dieser Röhre läuft und mit welcher die Büchsen auf- und niedergeschoben werden, gekoppelt ist. Die Röhre CD setzt sich bei G nach niederwärts oder seitwärts bis zum Condensator oder bis zur Heißwassercysterne fort. Der obere Theil derselben communicirt durch die Röhre HI mit dem eben genannten unterem Ende und dadurch mit dem Condensator u. s. w.

Die Dampfröhre oder der Raum, durch welchen der Dampf um den Cylinder und dessen Mantel strömt, communicirt mit der Röhre oder dem Kanale CD durch die Oeffnung S, welche zwischen den beiden Büchsen liegt. Wenn die Büchsen in dem tiefsten Stande sich befinden, so wie in der Figur angegeben ist, so kann der Dampf durch die Oeffnung B unter den Kolben strömen, und der über dem Kolben benutzte Dampf kann durch die Oeffnung A und durch den Kanal HI nach dem Condensator abziehen. Sind die Büchsen emporgeschoben, so communicirt A mit S und B mit G u. s. w.

Alles kommt hier nur an auf die gute Einrichtung der Büchsen E und F. Ihre Liderung könnte aus Hanfsträngen (Fig. 390 Nr. 1) bestehen, wenn sie nicht unaufhörlich längs den Dampföffnungen A und B und längs den Rändern derselben sich reiben müßten, wodurch sich die Liderung in den Oeffnungen ausdehnen kann und dann abgerissen wird u. s. w. Eine Metallliderung dieser Büchsen ist deshalb rathsamer. Sie kann bestehen aus zwei Segmenten a, b Fig. 390 Nr. 2, welche kegelförmig ausgedreht sind und gleichsam auf dem keilförmigen Stöpsel cd ruhen, der vom Deckel ef geschieden ist durch eine Lage geölten Hanf gg. Die Stange hh läuft durch diese Stücke; sie trägt unten den Kragen ii, auf welchem der Stöpsel cd sitzt, und oben befindet sich die Mutter k. Wird nun diese Mutter angezogen,

nachdem die Büchsen in ihre Röhre gesetzt sind, oder ist die Stange hh da, wo sie durch die Deckel der Büchsen läuft, mit einem Schraubengange versehen, so müssen die Stöpsel cd emporgehoben und die Segmente ab stets genauer an die Wand der Büchse angedrückt werden. Während die Büchsen in Thätigkeit sind, kann der Dampf nur auf die Oberflächen der Stöpsel drücken, und besitzen nun die Büchsen einmal einen guten Schluß in der Röhre, so kann dieser Schluß durch den Dampfdruck sehr gut unterhalten und sogar befördert werden.

Die Metallliderung kann auch noch bestehen aus zwei in einander schließenden Ringen ab und cd (Fig. 391 Nr. 1 und 2 und Fig. 389), die bei e und f offen sind, so daß sie eine gewisse Federkraft besitzen; in diesen Ringen liegt ein Kranz von geöltem Werg gh, um den innern Raum dampfdicht zu schließen, aber auch um die Ringe so gleichmäßig wie möglich an die Wand der Röhre andrücken zu können und zwar mittelst des Stöpsels ik, welcher auf die metallenen Keile ll wirkt; und diese Einrichtung wird eben so gut dem Zweck entsprechen, als die in Fig. 390 Nr. 2 beschriebene. Endlich kann auch die Büchse eine Hanfliderung bekommen, welche an der Stelle, wo sie an den Dampföffnungen vorübergehen muß, mit einem metallenen Segment umgeben ist, welches sich nur so weit erstreckt, als nöthig ist, um die genannte Oeffnung zu bedecken.

Man kann die Röhre, in welcher die Büchsen arbeiten, noch anders anbringen und eben so auch die Art und Weise verändern, wie sie mit dem Condensator in Communication tritt; die beiden Büchsen können auch abgesondert thätig sein; der Dampf kann über und unter den Büchsen einstreichen auf dieselbe Weise, wie in dem Falle, wo die Oeffnungen *mit Ventilen* geschlossen werden u. s. w., im We-

sentlichen stimmen jedoch alle sogenannten besondern Einrichtungen ganz mit einander überein.

220. An sich selbst wirken die Dampfbüchsen oder die cylindrischen Schubladen eben so gut, als die ebenen Schubladen. In gewissen Hinsichten ist ihre Verfertigung leichter; in andern Hinsichten ist sie schwieriger und die Einrichtung complicirter, als die der ebenen Schubladen, so daß sie in diesem Betreff keine besondern Vortheile besitzen. Obgleich die Dampföffnungen flach und rechtwinklig sein können, so ist es doch besser, wenn sie rund sind, weil sonst die Oeffnungen in der Röhre C D (Fig. 389) zum Nachtheil des dampfdichten Schlusses der Büchsen zu groß werden müßten. Wo es angeht, muß die Extension dieser Oeffnungen A und B beschränkt sein auf einen Bogen von 45° und deshalb auf $\frac{1}{8}$ des Umfanges der Röhre C D. Dabei kann es sich gleichwohl noch zutragen, daß die Röhre C D einen zu großen Durchmesser bekommt, und daß also die reibende Oberfläche der Büchsen zu groß wird, während, wenn der Durchmesser sehr klein ist, die Zusammensetzung der Büchsen aus verschiedenen Theilen sehr schwierig wird, weshalb der Gebrauch derselben mehr oder weniger beschränkt ist. Dampfmaschinen von mittlerem und von hohem Druck, jedoch von keinem großen Kaliber (denn für sehr kleines Kaliber sind die Dampfhähne wiederum besser) können sehr füglich mit Dampfbüchsen versehen werden, oder für diese Dampfmaschinen sind eigentlich die Büchsen zweckmäßig, ja sogar zweckmäßiger, als andere Mittel, weil man bei einer guten Verfertigung derselben erwarten kann, daß sie vollkommener dampfdicht schließen und weniger Aufsicht bedürfen, als Schubladen oder Schieheventile. Diesem gegenüber steht jedoch wiederum die manchmal schwierigere Verfertigung, — die weniger gute Gelegenheit für den freien

Abzug des Wassers, — und die größere Kraft, welche wegen der beträchtlicheren Reibung zu ihrer Steurung erfordert wird, obschon dieser letztere Grund von geringerem Belang ist, weil die Reibung der Dampfbüchsen (bei einem Umfange, welcher dem achtfachen Durchmesser der Dampföffnungen gleich ist und bei einem Laufe, welcher $\frac{1}{5}$ desjenigen des Dampfkolbens gleich ist) nur auf $\frac{1}{53}$ des nominalen Kraftvermögens der Maschine geschätzt werden kann.

§. VII.

Einrichtungen der Dampfventile, Dampfhähne, Dampfschubladen u. s. w. für Dampfmaschinen, in welchen der Dampf mit Ausdehnung wirken soll.

Wenn der Dampf in einer Dampfmaschine mit Ausdehnung wirken soll, so müssen die Dampföffnungen, durch welche der Dampf in den Cylinder streicht, in einem voraus bestimmten Augenblicke des Kolbenzuges geschlossen werden, während die Vollkommenheit der Einrichtung erfordert, daß die Oeffnungen, durch welche der benutzte Dampf abzieht, während des ganzen Kolbenzuges geöffnet bleiben. Jedes der Mittel, deren Einrichtung und Wirkung in den vorhergehenden Paragraphen erklärt worden ist, kann für diesen Zweck in Anwendung gebracht werden, doch häufig müssen diese Einrichtung und Wirkungsart mehr oder weniger modificirt werden, und bei allen Mitteln muß dieses besonders angegeben werden. Der Dampf kann ferner mit Ausdehnung wirken in einem einzigen Cylinder, oder diese Wirkung kann in zwei mit einander verbundenen Cylindern stattfinden, so daß zwei Fälle unterschieden werden müssen.

Erster Fall.

Einrichtung der mechanischen Theile, durch welche das Ein- und Ausströmen des Dampfes bewerkstelligt wird, wenn er in einem einzelnen Cylinder mit Ausdehnung wirkt.

A. Dampfventile.

221. Wenn die Dampfventile auf die gewöhnliche Weise eingerichtet und an einer Dampfmaschine von doppelter Wirkung angebracht sind, so kann diese Einrichtung wohl auch für den Fall benutzt werden, daß der Dampf mit Ausdehnung wirken soll, sobald nur die Zeit der Bewegung der Ventile auf eine andere Weise regulirt wird. Muß z. B. der Zufluß des Dampfes aufhören, wenn der Kolben $\frac{9}{16}$ seines Zuges vollbracht hat, so müssen auch die Dampfventile a und c (Fig. 332) nur während $\frac{9}{16}$ des Auf- und Niederganges des Kolbens geöffnet bleiben, weshalb die Einrichtung der mechanischen Theile, durch welche die Ventile gesteuert werden, so regulirt sein muß, daß die entsprechenden Kniestücke u. s. w. in dem bestimmten Augenblicke gedreht werden, wo die Ventile geschlossen werden sollen. Die Einrichtung dieser mechanischen Theile, dem erwähnten Zweck entsprechend, kann leicht nach Anleitung dessen aufgefaßt werden, was über diesen Punkt im dritten Kapitel der zweiten Abtheilung §. I bereits gesagt ist, auch wird über diesen Punkt weiter unten noch speciell gehandelt werden.

Aber wenn das Dampfventil a oder c, durch welches der Dampf über oder unter dem Kolben zugelassen wird, auf- oder niedergeht, theilt auch das Ventil d oder b, durch dessen Oeffnung der benutzte Dampf nach dem Condensator abfließt, diese Bewegung. Hört dann der Zufluß des Dampfes bei $\frac{9}{16}$ des Kolbenzuges auf, so kann auch der verdünnte

Dampf, welcher an der andern Seite des Kolbens noch vorhanden ist, nicht mehr abziehen; er muß im Cylinder bleiben und zum Nachtheil der wirkenden Kraft zusammengedrückt, oder vielmehr durch Zusammendrücken verdichtet werden (vergl. zweites Kapitel der ersten Abtheilung §. III Art. 22).

Wirkt nun die Dampfmaschine mit niederem Dampfdruck, — ist man versichert, daß der Abzug des Dampfes bei'm Oeffnen des entsprechenden Condensatorventiles rasch durch eine weite Abzugsröhre erfolgt, — findet die Verdichtung selbst bis auf einen niedrigen Grad statt, — und bleibt die Dampföffnung nicht während $\frac{9}{16}$, sondern etwas länger, z. B. während $\frac{12}{16}$ oder $\frac{3}{4}$ des Kolbenzuges geöffnet: so wird das frühere Schließen des Ventiles der entsprechenden Abzugsöffnung keinen solchen Nachtheil verursachen, daß dadurch der Vortheil, den man durch die Ausdehnung des Dampfes erlangt, größtentheils verloren gehen sollte.

Wenn jedoch das Absperren viel früher z. B. bei $\frac{1}{2}$ des Kolbenzuges stattfinden muß, oder wenn der Dampfdruck höher und der Widerstand des abziehenden Dampfes größer sein sollte, alsdann kann man von der Dampfmaschine keinesweges ein vortheilhafteres Resultat erwarten, wenn auch die Abzugsöffnung gleichzeitig mit der Dampföffnung geschlossen würde. In diesen Fällen ist dann ein gleichzeitiges Schließen der genannten Oeffnungen nicht rathsam; und damit der Abzug des Dampfes während des ganzen Kolbenzuges fortdauern kann, sollten dann alle vier Ventile einzeln, d. h. jedes für sich gehoben und niedergedrückt werden. Wenn die Dampfventile in dem Falle, daß der Dampf mit vollem Drucke wirkte, vor andern Mitteln den Vorzug besaßen, so kann die größere Complication der Theile, welche erforderlich sind, um sie einzeln und

in verschiedenen Augenblicken zu öffnen und zu schließen, wenn der Dampf auch mit Ausdehnung wirken muß, einen Grund abgeben, um sie in diesem Falle nicht anzuwenden.

Es läßt sich aber noch ein anderer Weg einschlagen, indem man nämlich an der Oeffnung jeder Dampfkammer zwei andere Ventile im Dampfrohr oder in einem angesetzten Arme desselben anbringt und diese beiden Ventile abwechselnd so lange offen läßt, als der Dampf mit vollem Drucke wirken muß, während die Ventile a, b, c, d auf die gewöhnliche Weise gesteuert werden, d. h. während des ganzen Kolbenzuges geöffnet oder geschlossen bleiben. Die Einrichtung wird hierdurch etwas einfacher, aber es werden für die beiden besondern Ventile zwei besondere Bewegungen erforderlich, also im Ganzen wiederum vier Bewegungen, ganz so wie oben, und es geht mehr Dampf verloren, weil nun die Quantität, die in demjenigen Theile des Dampfrohres enthalten ist, welcher zwischen dem eigentlichen Dampfventil und den vor demselben besonders angebrachten Ventile liegt, auch zugleich mit dem Dampf in dem Cylinder ausgedehnt wird und verloren geht.

B. Dampfhähne.

222. Wenn man sich der Dampfhähne bedient, um während des ganzen Kolbenzuges den Dampf in den Cylinder streichen zu lassen, und wenn dieselben für diesen Zweck nach den Anweisungen eingerichtet sind, die wir in Art. 209 u. f. f. gegeben haben, so können sie nicht eben so gut, als die Dampfventile zugleich auch für den Fall benutzt werden, daß der Dampf mit Ausdehnung wirken soll. Jedoch können die Dimensionen der offenen und massiven Theile der meisten Hähne so regulirt werden, daß sie dem hier angedeuteten Zweck entsprechen.

Daß der Dampf mit Ausdehnung wirkt, kann jedoch immer erlangt werden, wenn auch die Zusammensetzung der Hähne nicht tauglich ist für die erforderlichen Modificationen, denn läßt man die Einrichtung der Hähne so, wie sie für den Fall ist, daß der Dampf mit vollem Drucke wirken soll, und verändert man auch nicht die Art der Bewegung oder Steuerung derselben, so kann man in demjenigen Theile des Dampfrohres, welcher sich vor den Büchsen der Hähne befindet, einen besondern gewöhnlichen Hahn mit zwei Wegen anbringen und diesen durch eine sehr einfache mechanische Einrichtung öffnen und in einer entgegengesetzten Richtung schließen, in den bestimmten Augenblicken, wo der Dampf einstreichen und abgesperrt werden muß. Ein gewöhnliches Ventil oder ein napfförmiges Ventil, welches nach seinem Erfinder Field, das Field'sche Ventil genannt wird (und welches im Durchschnitt in Fig. 392 dargestellt ist), entspricht dem Zweck eben so gut, als ein Hahn, und weil es fast eben so, wie die eigentlichen Dampfhähne angebracht werden kann, so ist der Dampfverlust, welcher verursacht wird durch die Vermehrung des Raumes für die Ausdehnung desselben nicht nennenswerth größer, als wenn der Dampf mit vollem Drucke wirkt, so daß diese Art der Einrichtung sehr gut angewendet werden kann. So kann man in der von Maudsley angegebenen Dampfmaschine den Dampf nicht mit Ausdehnung wirken lassen, denn der hohle Hahn mit vier Wegen, der in dieser Maschine angebracht ist, kann für diesen Zweck nicht benutzt werden.

Die Hähne mit zwei Wegen können mit einer geringen Modification für den Zweck eingerichtet werden, den Zufluß des Dampfes in einem bestimmten Augenblicke der Bewegung des Kolbens aufhören zu lassen. Siehe z. B. Fig. 393 einen Hahn mit zwei

Wegen, so eingerichtet wie der Hahn Fig. 347. Der Abstand zwischen den Röhren A und D' und A und B sei reichlich so groß, als die Weite der durchlaufenden Oeffnung ab des Hahnes. In dem ersten Stande Nr. 1 streicht der Dampf S durch die Dampföffnung C in den Cylinder über oder unter den Kolben (denn für jede Dampföffnung wird ein besonderer Hahn erfordert). Wenn der Kolben denjenigen Theil seines Weges zurückgelegt hat, wo die Absperrung des Dampfes geschehen muß, werde der Hahn von A nach D gedreht auf eine Strecke, die reichlich so groß ist, als die Weite der Oeffnung ab austrägt, so daß er in den Stand Nr. 2 komme, in welchem kein Dampf in den Cylinder streichen, auch kein Dampf aus dem Cylinder nach dem Condensator abziehen kann. Gerade vor dem Ende des Kolbenzuges werde der Hahn auf einmal um so viel gedreht, daß die Röhren D und B (Fig. 393 Nr. 3) mit einander communiciren; der Dampf kann dann über oder unter dem Cylinder abziehen. In diesem Stande bleibt der Hahn während der ganzen Zeit des entgegengesetzten Kolbenzuges, während der andere Hahn auf dieselbe Weise in zwei Tempos gedreht werden muß. Am Ende dieses zweiten Kolbenzuges muß der Dampf wiederum in die Oeffnung C einstreichen können; für diesen Zweck kann der Hahn auf einmal zurückgedreht werden in den Stand Nr. 1, so daß er eine Viertelumdrehung macht, oder auch, was noch leichter ist (und was für den anhaltenden dampfdichten Schluß besser ist), er kann in derselben Richtung von D nach S bewegt und in den Stand Nr. 4 gebracht werden und auf diese Weise durch eine rundumlaufende Bewegung mit Zwischenräumen in dieselben Stände kommen, wie zuvor. Auch wenn der Hahn in der Richtung AB, BS, SD, DA gedreht wird, erreicht

man den Zweck ebenfalls. Es ist deshalb mehr die Bewegungsart, als die Einrichtung des Hahnes, welche hier verändert werden muß, und durch welche mechanische Mittel diese abgebrochene Bewegung stattfinden kann, soll weiter unten allgemein angegeben werden.

Andere Hähne mit zwei Wegen, die im Art. 209 beschrieben sind, können meistentheils auf dieselbe Weise für denselben Zweck benutzt werden, wovon man sich nun durch die gegebene Erläuterung leicht überzeugen wird.

Es können auch Hähne mit drei und vier Wegen so eingerichtet und gesteuert werden, daß der Dampf nur während eines bestimmten Theiles der Dauer eines Kolbenzuges in den Cylinder streicht. In den Fig. 394 und 395 ist dieses näher erläutert. In beiden Figuren ist einer der zwei Hähne, welche den Zufluß und Abfluß des Dampfes vermitteln, in drei verschiedenen Ständen dargestellt. In dem ersten Stand ist das Dampfrohr S in Communication mit der obern oder mit der untern Dampföffnung C; die Oeffnung der Abzugsröhre D ist von dem massiven Theile cd des Hahnes bedeckt. In dem zweiten Stande ist sowohl diese letzte Oeffnung, als diejenige der Dampfröhre abgeschlossen oder bedeckt von den massiven Theilen cd und ab, so daß ein Zufluß des Dampfes nicht stattfindet, weil der Dampf im Cylinder ferner durch Ausdehnung wirken soll. In dem dritten Stand ist die Oeffnung der Dampfröhre noch bedeckt, aber die Dampföffnung C und die Abzugsröhre D communiciren mit einander und zwar während des ganzen entgegengesetzten Kolbenzuges. Die drei Bewegungen, welche für diesen Zweck stattfinden müssen, sind jede von einer geringen Extension und betragen nicht viel mehr, als die Weite der Röhren; aber soll der Kolben wieder nie-

der= oder emporgehen, so muß der Hahn in den ersten Stand gebracht werden, er muß deshalb zurückgedreht werden und zwar auf einmal um so viel, als er zuvor in den drei auf einander folgenden Zeitpunkten zusammengenommen bewegt worden ist.

Das Zulassen und Abschlagen des Dampfes sowohl über, als unter dem Kolben mittelst eines einzigen Hahnes mit vier Wegen, kann für den Fall, daß der Dampf mit Ausdehnung wirken soll, nur bedingungsweise geschehen, nämlich wenn keine Schwierigkeit vorhanden ist, dem Hahn eine solche Dimension zu geben, daß sein Umfang wenigstens sechszehn Mal die Weite der Röhren S, C, C', D Fig. 396 besitzt, so daß die Bogen oder Theile zwischen den Röhren wie z. B. ab eine Länge haben können, die wenigstens der dreifachen Weite der Röhren gleichkommt. Die mittlere Scheidewand abcd muß dann auf der Seite ab an dem Dampfrohre eine Extension besitzen, die derjenigen der Bogen zwischen den Röhren gleich ist; auf der andern Seite cd muß die Extension cd nur reichlich so groß sein, als die Weite der Röhren beträgt. Auf diese Weise und wenn die Mittelwand auch gerade durch den Mittelpunkt des Hahnes läuft, kann der Hahn in die verschiedenen Stände gebracht werden, in welchen durch diese Scheidewand die verschiedenen Oeffnungen zur rechten Zeit bedeckt oder in Communication gebracht werden, und ohne daß die zwei andern massiven Theile ef des Hahnes etwas zum eigentlichen Zwecke beitragen, sondern blos und eben so, wie bei den gewöhnlichen Hähnen mit vier Wegen, dazu beitragen, den massiven Theil des Hahnes, zur Beförderung des guten Schlusses und zur Verminderung der ungleichen Abnutzung, zu vergrößern.

In dem ersten Stande ist z. B. die Dampfröhre S in Communication mit der Röhre C, welche

nach dem untersten Theile des Cylinders leitet; der obere Theil des Cylinders steht durch die Röhre C′ in Communication mit dem Abzugsrohre D. Bei dem bestimmten Abschnitte des Kolbenzuges wird der Hahn reichlich um einen Theil gedreht, so daß er in den Stand Nr. 2 kommt und die Dampfröhre S bedeckt ist; aber die Communication zwischen dem Condensator und dem obern Theile des Cylinders dauert fort. Kurz vor dem Ende des Kolbenzuges wird der Hahn um drei Theile gedreht, um in dem Stande Nr. 3 den obern Theil C′ des Cylinders in Communication mit dem Dampfrohre S und den untern Theil C mit dem Abzugsrohre D zu bringen. In dem Augenblicke, wo der Dampf anfangen soll, den Kolben durch Ausdehnung ferner emporzutreiben, wird der Hahn um einen Theil zurückgedreht; er kommt in den Stand Nr. 4, sperrt die Dampfröhre wiederum ab, läßt aber die Communication zwischen dem untern Theile C des Cylinders und der Abzugsröhre D ganz offen. Hat der Kolben seinen Hub vollendet, so werde der Hahn um drei Theile zurückgedreht, damit er wieder in den ersten Stand komme. Der Hahn wird deshalb abwechselnd um einen Theil und um drei Theile bewegt; diese Bewegungen, welche zusammen nicht mehr betragen, als reichlich die vierfache Weite der Röhren, sind einer sehr einfachen Regelmäßigkeit unterworfen, und bei der angegebenen Einrichtung besteht der Vortheil, daß der benutzte Dampf etwas früher abzuziehen beginnt, als der Dampf aus dem Kessel nach der andern Seite des Kolbens strömt.

Die Einrichtung einiger hohlen Dampfhähne kann auch für den Fall anwendbar gemacht werden, wenn der Dampf mit Ausdehnung wirken soll. Für diesen Zweck braucht man nur die Fig. 364 Nr. 2 in's Auge zu fassen; denn, wenn der Umfang edc des

massiven Theiles des Hahnes so viel größer ist, als ein halber Umfang, was reichlich die Weite des Dampfrohres S beträgt, so kann die Oeffnung dieser Röhre und diejenige der Abzugsröhre D zugleich bedeckt werden, so lange der Dampf mit Ausdehnung wirkt u. s. w. Es müssen jedoch zwei Hähne, für jede Dampföffnung einer, vorhanden sein und die Bewegung ist eine abwechselnd rundumlaufende.

Endlich können die Büchsen einiger Dampfhähne und in specie der Hähne mit zwei Wegen so eingerichtet werden, daß die Bewegung des Hahnes nicht mit Zwischenräumen und auf ungleiche Strecken stattzufinden braucht, sondern daß die Hähne, auch wenn der Dampf nur für einen Theil des Kolbenzuges einstreichen soll, anhaltend und regelmäßig in die Runde bewegt werden können. Für diesen Zweck wird der mechanische Apparat zur Herstellung der Bewegung des Hahnes höchst einfach und dauerhaft; aber der Zweck kann nur bedingungsweise erreicht werden, denn soll z. B. der Hahn mit zwei Wegen (der hier zum Beispiel genommen ist) angewendet werden, so muß der Umfang des Hahnes zum wenigsten gleich sein können der sechszehnfachen Weite der Dampfröhre oder der Dampföffnung.

Es sei der Hahn mit zwei Wegen im Durchschnitte dargestellt in vier verschiedenen Ständen Fig. 397, und es werde angenommen, daß das Zuströmen des Dampfes aufhören solle, wenn der Kolben bis auf die Hälfte seines Zuges gelangt ist, so daß der Dampf während der andern Hälfte des Kolbenzuges durch Ausdehnung wirken soll. S sei die Oeffnung der Dampfröhre, der Oeffnung A gegenüber liegend, welche mit der Mündung C der obern oder untern Dampföffnung in unmittelbarer Communication steht; abcd ist die Oeffnung des

Hahnes. Neben der Oeffnung A sei noch die zweite Oeffnung BF etwas weiter, als die dreifache Weite der Oeffnung S, A oder ab = cd, und diese Oeffnung habe durch die kurze Röhre FG eine Communication mit der Dampföffnung C. Die kurze Scheidewand ABE zwischen den Oeffnungen A und BE habe eine Extension AB = der Oeffnung A oder S, und von F bis zur Dampfröhre S sei die Extension der Wand FS der Büchse gleich oder etwas größer der dreifachen Weite der Oeffnungen A oder S. An der andern Seite befindet sich die Oeffnung ef etwas größer, als die dreifache Weite der Oeffnungen S oder A; sie hat bis zur Oeffnung A eine Entfernung Ae, welche gleich oder etwas größer ist, als die dreifache Weite von S oder A (und ist also = SF); bis zur Oeffnung S hat sie eine Entfernung Sf oder fc (Fig. 397 Nr. 1) = AB = der einfachen Weite der Oeffnung S oder A, und diese Oeffnung ef communicirt unmittelbar mit dem Abzugsrohre D.

Durch diese Einrichtung wird der Dampf bei einem anhaltenden Umdrehen des Hahnes auf jeden halben Kolbenzug verhindert, in den Cylinder einzustreichen, und diese Wirkung wird nach jeder halben Umdrehung des Hahnes wiederholt. Sobald die eine Seite a der Oeffnung des Hahnes (Fig. 376 Nr. 1) über die Oeffnung A kommt, nimmt das Einstreichen des Dampfes seinen Anfang und dauert fort bis zu dem Augenblicke, wo der Hahn in den Stand Nr. 2 gelangt; der Kolben hat alsdann seinen halben Zug vollbracht. Während des zweiten halben Kolbenzuges wird der Hahn durch einen gleichen Raum bewegt, ohne daß der Dampf ein= oder ausfließen kann. Aber nach Verlauf dieser zweiten Hälfte der Bewegung des Kolbens kommt der Hahn in den Stand Nr. 3; die Oeffnung A ist dann

immer bedeckt, und die Oeffnung B F beginnt in Communication zu treten mit der Oeffnung e f, so daß das Ausströmen des Dampfes von C durch B F und d a nach der Abzugsröhre D seinen Anfang nimmt. Die Oeffnungen C B F und D bleiben in Communication, so lange der Kolben in der entgegengesetzten Richtung emporsteigt, d. h. so lange der Hahn von e bis S den zweiten Viertelumfang beschreibt und in den Stand Nr. 4 gelangt ist, denn ein wenig jenseits dieses Punktes wird er sich wiederum in einem gleichen Stande befinden, wie zuvor im Stande Nr. 1 u. s. w.

C. Rotirende Schubladen.

223. Die rotirenden Schubladen, sowohl diejenigen, deren Bewegung unterbrochen und abwechselnd kreisförmig ist, als auch diejenigen, welche anhaltend im Kreise bewegt werden (siehe Art. 212 und Fig. 372 — 374), können so eingerichtet werden, daß der Dampf nur während eines bestimmten Theiles eines Kolbenzuges einstreichen kann. Hierzu eignen sich besonders die anhaltend im Kreise sich drehenden Schubladen, und Evans hat von ihnen in seinen Hochdruckmaschinen, welche mit Dampfausdehnung wirken, Gebrauch gemacht (vergl. fünftes Kapitel der zweiten Abtheilung §. I Art. 88 und Fig. 72 Taf. VIII). Eine ausführliche Beschreibung dieser rotirenden Schubladen für den Fall, daß der Zufluß des Dampfes bei der Hälfte des Kolbenzuges aufhören muß, wird ausreichend sein, den Gegenstand auch für andere Fälle zu erläutern.

In Fig. 398 Nr. 1 ist A der partielle Durchschnitt eines kleinen Dampfcylinders; B die obere Dampföffnung; C D eine Scheibe mit einer eben geschliffenen Oberfläche von Stahl oder von Metall und ein Rand G H, an welchen der Rand eines

hohlen Deckels geschraubt wird, in welchen der Dampf aus dem Kessel streicht und welcher deshalb zusammen mit der Scheibe C D eine Art von Dampfkammer bildet. In der Scheibe C D sind drei Oeffnungen a b, c d und m n ringförmig von Gestalt und communicirend mit den Kanälen b e f g, h i k l und m n o p, welche partiell im Boden der Scheibe ausgespart sind, oder aus kurzen Röhren bestehen, die unter den genannten Oeffnungen an der untern Fläche der Scheibe befestigt sind. In jedem Falle endigen diese Kanäle in kurze Röhren f g, i l und o p; die erste Röhre f g ist verbunden mit der Mündung der obern Dampföffnung B; die zweite Röhre i l ist verbunden mit einer andern q r, welche niedersteigt an der äußern Wand des Cylinders und an die Mündung der untern Dampföffnung gefügt ist; mit der dritten Röhre o p ist die Abzugsröhre verbunden. Die Oeffnung a b communicirt deshalb mit dem obern Theile und die Oeffnung c d mit dem untern Theile des Cylinders, während m n mit der Abzugsröhre in Verbindung steht.

Auf dieser Scheibe muß sich drehen eine metallene Schublade I K (Fig. 398 Nr. 2), die oben ganz eben, jedoch mit einer durchlaufenden Oeffnung L versehen und unten bis auf ungefähr $\frac{2}{3}$ der Tiefe nach der Form ausgehöhlt ist, welche in der Figur durch den schraffirten Theil r s t u v w x y angegeben ist. Mit dieser ausgehöhlten Seite muß die Schublade auf der Ebene der Scheibe C D (Figur 398 Nr. 1) thätig sein; Z ist eine viereckige Aushöhlung, welche auf den viereckigen Kopf einer Spindel passen muß, mit welcher die Schublade sich umdrehen soll. Die durchgehende Oeffnung L hat einen etwas größern Durchschnitt als derjenige der Dampfröhre; sie hat vom Mittelpunkte Z eine Entfernung, gleich derjenigen der Oeffnungen a b und c d in der Scheibe

C D (Fig. 398 Nr. 1); sie hat auch einen kreisförmigen Lauf und muß deshalb über die Oeffnungen a b und c d kommen, wenn die Schublade gedreht wird. Soll das Absperren des Dampfes mit der Hälfte des Kolbenzuges erfolgen, so muß der äußerste Bogen a' b' der Oeffnung L. zusammengenommen mit dem äußersten Bogen der Oeffnung a b = ¼ des Kreisumfanges sein, da sich die Schublade einmal drehen soll bei jedem Hub und Schub des Kolbens. Der äußere Rand r s des hohlen Theiles der Schublade ist ein Bogen, welcher sammt dem Bogen a' b' der Oeffnung L zu demselben Kreise gehört, und seine Extension muß gleich sein dem vierten Theile des Umfanges des genannten Kreises + noch etwas weniger als der Bogen a' b' der Oeffnung L; mit anderen Worten, der Bogen r s ist um so viel größer, als ein Viertelumfang als der Bogen a b (Fig. 398 Nr. 1) kleiner ist, als ein Viertelumfang. Der Umfang t u v des hohlen Theiles der Schublade ist kreisförmig und muß übereinstimmen mit dem äußern Umfange oder dem äußern Rande der Oeffnung m n (Fig. 398 Nr. 1), welche mit dem Abzugsrohre communicirt, während der innere Umfang w x y (Fig. 398 Nr. 2) übereinstimmt mit dem innern Rande der eben genannten Oeffnung m n, so daß der hohle Theil r s t u v w x der Schublade beständig in einer unmittelbaren Communication mit der Abzugsöffnung m n sein muß.

So wie die Einrichtung bis jetzt skizzirt ist, muß sie sein, wenn die Stellung des Cylinders der Dampfkammer u. s. w. derjenigen ähnlich ist, welche in Fig. 78 Taf. VIII. zum Beispiel gewählt ist. Um jedoch so deutlich, wie möglich, zu sein, ist in den zwei folgenden Figuren 398 Nr. 3 und 4 die Stellung der Theile etwas verändert.

Die Fig. 398 Nr. 3 ist ein vertikaler Durchschnitt (denn die Schublade ist hier dargestellt, als ob sie horizontal angebracht sei) der Dampfkammer, der Scheibe und der drehenden Schublade. Fig. 398 Nr. 4 ist ein Grundriß der Scheibe mit der Schublade auf derselben. Es sind die Oeffnungen in der Scheibe punktirt angegeben, und der hohle Theil der untern Fläche der Schublade ist angedeutet durch den punktirten Umfang r s t u v w x y. C D G ist die Scheibe; a b und c d sind die Oeffnungen oder Kanäle in derselben, welche nach den obern und nach den untern Dampföffnungen des Cylinders leiten. Die Oeffnung m n, welche nach der Abzugsröhre o p leitet, ist allein sichtbar in Fig. 398 Nr. 4. I K ist die Schublade, welche mit Schluß auf der Scheibe sitzt und durch den Dampfdruck selbst diesen dampfdichten Schluß erhält; sie sitzt auf dem viereckigen Kopf M der stehenden Spindel N O, welche durch eine konische Büchse der Scheibe C D läuft und im Nothfall noch durch ein Stopfbüchschen; sie wird anhaltend rundumgedreht. L ist die durchlaufende Oeffnung der Schublade, Q, P sind Theile der hohlen Schublade, die beständig mit der Abzugsröhre (m n Fig. 398 Nr. 4) in Communication stehen. R S T ist endlich der Deckel, welcher die Dampfkammer bildet und den Dampf aus dem Dampfrohre empfängt, welches an die Mündung S gefügt ist.

Die Schublade ist hier in einer solchen Stellung abgebildet, daß die Oeffnung L in voller Communication mit der Oeffnung a b der Scheibe und so ferner mit der obern Dampföffnung des Cylinders steht; zugleich reicht der hohle Theil t v s gleich viel über die Oeffnung c d. Deshalb wird der Dampf über den Kolben strömen, und der Dampf, welcher unter dem Kolben benutzt worden ist, wird durch

den hohlen Theil t v s u. s. w. nach der Oeffnung m n abziehen können. Wenn die Schublade eine Viertelswendung gemacht hat, befindet sich die Oeffnung L nicht mehr über der Oeffnung a b, so daß der Zufluß des Dampfes alsdann aufhört; aber die andere Oeffnung c d, durch welche das Ausströmen erfolgt, wird immer noch bedeckt von dem hohlen Theile der Schublade und bleibt deshalb in Communication mit der Abzugsöffnung m n. Und dieser Zustand dauert, bis die Schublade völlig eine halbe Wendung gemacht hat; denn alsdann kommt L auf die Oeffnung c d und der Rand t v der Höhlung der Schublade ist über den Rand b der Oeffnung a b gekommen; die Wirkung äußert sich dann auf eine entgegengesetzte Weise und wechselt so mit jedem halben Umgange der Schublade unaufhörlich und regelmäßig ab.

D. Ebene Dampfschubladen, Dampfschieber und Dampfbüchsen.

224. Wenn man den obern und untern Rändern einer Dampfschublade (Fig. 384) d. h. den ebenen Theilen a b c d und e f eine immer größere Extension in der Richtung der Höhe gibt, so werden die entsprechenden Dampföffnungen in einem immer kleineren Zeittheile des Kolbenlaufes geschlossen werden. Auf diese Weise kann man den Augenblick des Absperrens der Dampföffnungen nach Belieben reguliren (vergl. oben Art. 216). Dasselbe gilt auch für den Fall, daß zwei gekoppelte Schubladen oder ein Dampfschieber oder zwei gekoppelte Dampfbüchsen vorhanden sind, — und es scheint also, daß jedes dieser Mittel nur einer geringen Modification bedarf, um auch für den Fall angewendet werden zu können, wenn der Dampf mit Ausdehnung wirken soll. Jedoch ist diese Anwendung sehr beschränkt, denn mit

bevor der Dampf wiederum einzuströmen beginnt; hat deshalb die Dampfschublade eine Länge von 15 Zollen, so kommt das untere Ende über den untern Rand der Oeffnung G, sobald die Schublade noch $2 \times 5 = 10$ Zoll über die Oeffnung G gestiegen sein wird, und noch 5 Zoll weiter kommt die Schublade bis a in den höchsten Stand, und die Oeffnung G ist wiederum völlig unbedeckt. Aber die Schublade beginnt nun wieder zu sinken, und nach einer Bewegung von 5 Zollen ist die Oeffnung G aufs Neue bedeckt, während dann auch der Kolben auf die Hälfte des zweiten oder entgegengesetzten Hubes gelangt ist und durch die andere Hälfte von dem sich ausdehnenden Dampfe bewegt wird. Die Schublade ist dann wiederum soweit herabgestiegen, daß die Oeffnung G von dem obern Rande derselben nicht mehr bedeckt wird u. s. w.

Es leuchtet von selbst ein, daß auf diese Weise das Einströmen des Dampfes bei jedem Theile des Kolbenzuges nach Belieben gehindert oder unterhalten werden kann, und weil die Schublade bei jedem doppelten Kolbenzug einmal hinaufgezogen und einmal niedergedrückt wird, so kann ihre Bewegung mittelst einer gewöhnlichen excentrischen Scheibe erlangt werden. Es sind also zwei excentrische Scheiben an der Welle des Schwungrades oder an der allgemeinen Betriebswelle, eine für die Schublade E und eine für die Schublade F aufgezogen, und diese Einrichtung wird mehrfach mit dem besten Erfolg angewendet.

Um den Dampf mit Ausdehnung wirken zu lassen, im Fall das Ein- und Auslassen desselben durch zwei gekoppelte Schubladen bewerkstelligt wird, muß man dieselbe Einrichtung anwenden, d. h. eine besondere Schublade, welche durch eine zweite excen-

trische Scheibe bewegt wird; ein anderes Mittel gibt es nicht.

Endlich kann der Zweck auch erreicht werden, wenn man jede der beiden Schubladen besonders wirken läßt und die Einrichtung derjenigen ähnlich macht, welche im dritten Kapitel der zweiten Abtheilung §. III. erklärt ist (siehe Fig. 49 — 60 Taf. VI.). Allerdings ist die Sache auf diese Weise möglich und im Kleinen sehr gut ausführbar, jedoch ist sie an der citirten Stelle mehr abgebildet worden, um einem Ungeübten die Sache verständlich zu machen, als um ein allgemeines Beispiel der Nachahmung zu geben; denn in diesem letzten Falle müßten auch die Schubladen auf einmal geöffnet werden, hernach einige Zeit stille stehen, dann auf einmal geschlossen werden, wiederum einige Zeit stille stehen u. s. w., und zwar müßte dieses alles durch ein krummliniges Excentricum bewerkstelligt werden. Aber diese plötzlichen und abgebrochenen Bewegungen würden für die Erhaltung der ebenen Seite der Schublade, wie auch für den dampfdichten Schluß derselben höchst nachtheilig sein. Man ist also wohl genöthigt, einer Schublade keine andere als eine langsam schiebende und anhaltende Bewegung mitzutheilen und zwar am liebsten mittelst einer excentrischen Scheibe.

Zweiter Fall.

Einrichtung der mechanischen Theile, durch welche das Ein- und Auslassen des Dampfes bewirkt wird, wenn derselbe in zwei verbundenen Cylindern durch Ausdehnung wirkt.

A. Dampfventile.

Wie es möglich ist, das Zu- und Ablassen des Dampfes in zwei mit einander verbundenen Cylin-

dern durch Ventile oder konische Stöpsel zu reguliren, erklärt sich aus der Art und Weise, wie derselbe Zweck durch Dampfhähne und Dampfschubladen erreicht wird.

B. Dampfhähne.

225. Will man den Dampf aus dem Kessel in den kleinen Cylinder, aus dem kleinen Cylinder in den großen Cylinder und aus dem großen Cylinder in den Condensator zu= und abfließen lassen, so wird die Einrichtung, wenn man dazu Dampfhähne anwendet, viel compendiöser, als wenn für denselben Zweck blos Ventile angewendet werden. Woolff hat bei seinen Maschinen mit zwei Cylindern die vereinigte Wirkung von Hähnen und Ventilen zu Hilfe genommen. Die Einrichtung ist der Hauptsache nach folgende: die beiden Cylinder A und B stehen neben einander und sind von demselben Mantel umgeben (s. den partiellen Durchschnitt Fig. 400 Nr. 1). In den Raum dieses Mantels streicht der Dampf aus dem Kessel durch eine Röhre, welche unten bei C angefügt ist. Durch eine kleine Oeffnung gelangt der Dampf aus diesem Raume in die Dampfkammer, welche am obersten Theile der Cylinder angebracht ist (wie gleich näher angegeben werden soll), und aus dieser Dampfkammer abwechselnd unter und über den kleinen Dampfkolben. Hat der Dampf auf eine der Flächen des kleinen Kolbens gewirkt, so wird er durch dieselbe Dampfkammer unter oder über den großen Dampfkolben gelassen, und nachdem er im großen Cylinder benutzt worden ist, fließt er durch einen besondern Kanal, welcher in der genannten Dampfkammer mit angebracht ist, nach dem Condensator u. s. w. ab. Die obersten Dampföffnungen communiciren unmittelbar mit der Dampfkammer, die unteren Dampföffnungen communiciren mit der-

selben durch zwei Röhren oder Kanäle, die im Durchschnitte bei D und E sichtbar und mit den Körpern der beiden Cylinder massiv vereinigt sind.

Die Fig. 400 Nr. 2 gibt einen Aufriß der mit einander verbundenen Cylinder. C ist die Mündung der Röhre, durch welche der Dampf einstreicht; G und H sind die Stopfbüchsen der Stangen I K der beiden Kolben. L M ist das Stück, welches den Dienst der Dampfkammer thut und die verschiedenen Kanäle zur Communication der beiden Cylinder sowohl mit einander, als mit dem Raume des Mantels und mit dem Condensator enthält. Die Röhre O, welche man von vorn und geöffnet sieht, ist die Mündung der Abzugsröhre; an dieselbe muß man eine Röhre gefügt sich denken, welche nach dem Condensator leitet.

Die Dampfkammer enthält zwei Hähne P und Q; der erste dient dazu, die Quantität des einstreichenden Dampfes zu reguliren; er vertritt die Stelle eines Drosselventiles und wird auch durch den Regulator oder das konische Pendel gesteuert. Der zweite Hahn Q vermittelt die abwechselnde Communication zwischen dem Dampfkessel und dem kleinen Cylinder und zwischen den beiden Cylindern. Endlich gibt es in der Dampfkammer noch zwei concentrische Ventile, deren Stangen man mit R S T bezeichnet sieht und welche die obern und untern Theile des Cylinders in abwechselnde Communication mit dem Condensator bringen. Diese Ventile bewegen sich auf und nieder mit einer Stange U X, welche hinter der Dampfkammer durchläuft und durch Arme mit den Ventilstangen bei S und T verbunden ist. Die Stange U X empfängt mittelst eines dreieckigen Excentricums a b c ihre Bewegung von einer Welle, und eine kleinere mit ihr verbundene Stange Y Z wirkt mit einer Zahnstange auf einen gezahnten Quadranten,

der auf dem Kopfe des Hahnes Q aufgezogen ist, um diesem eine abwechselnd drehende Bewegung von ¼ Umdrehung zu geben.

Denkt man sich die Dampfkammer und den Cylinder nach einer horizontalen Ebene, welche längs der Linie V W durch das Herz der Hähne P und Q läuft, durchgeschnitten, so entsteht eine Figur, wie Fig. 400 Nr. 3, während der horizontale Durchschnitt der Dampfkammer selbst noch besonders skizzirt ist in einem größern Maasstab Fig. 400 Nr. 4. a ist der Anfang des rinnenförmigen Kanales a b c, durch welchen die Dampfkammer mit dem Dampfraume zwischen den Cylindern und deren Mantel communicirt; P ist der Hahn, durch welche die Quantität des ausströmenden Dampfes regulirt wird. Dieser Hahn (siehe besonders die Fig. 400 Nr. 4) ist hohl in der Richtung seiner Axe von f nach g, und er enthält eine seitliche Oeffnung h; durch diese Oeffnung stellt der Hahn eine Communication zwischen den Kanälen b c und f i her, welche mit einander einen rechten Winkel bilden. Der Hahn P sitzt in einer metallenen Büchse und wird in seiner Oeffnung geschlossen erhalten durch eine Druckschraube, welche ihre Unterstützung im Kopfe findet (siehe den Aufriß Fig. 400 Nr. 2). Der Hahn Q stellt durch einen Weg bei k die Communication her zwischen dem Kanal f i und den Dampföffnungen des kleinen Cylinders, während ein anderer Weg bei l den kleinen Cylinder mit dem großen communiciren läßt. d ist eine Oeffnung, welche durch Ventile geschlossen wird und mit der Abzugsöffnung e communicirt.

Zum bessern Verständniß des Laufes und der Stellung der verschiedenen Kanäle und Oeffnungen dient nun die Fig. 400 Nr. 5, die einen vertikalen Durchschnitt der Dampfkammer gibt und zwar nach der Linie x y Fig. 400 Nr. 4. P ist wiederum der

Hahn zur Regulirung der Dampfquantität, welche in den kleinen Cylinder strömen soll; seine Form innerhalb der Dampfkammer ist mit einem punktirten Umfang angedeutet. Ueber und unter diesem Hahn enthält die Dampfkammer zwei Kanäle A und B, in welche die rechtwinkligen Oeffnungen C und D sich einmünden; die erste derselben ist die obere Dampföffnung des kleinen Cylinders und die zweite communicirt durch den niedersteigenden Kanal D F mit der untern Dampföffnung des kleinen Cylinders. Der Kanal f i (Fig. 400 Nr. 4) wird durch die Oeffnung k des Hahnes Q abwechselnd in Communication gebracht mit den genannten Kanälen A und B; diese Oeffnung k hat für diesen Zweck eine Extension von ein Viertel-Umfang. So wie der Hahn Q in Fig. 400 Nr. 5 dargestellt ist, befindet er sich in dem Stande, daß der Kanal f i in Communication ist mit dem obern Kanal A, so daß der Dampf durchfließt in die obere Dampföffnung C über den kleinen Dampfkolben. Um dieses noch anschaulicher zu machen, ist der Hahn Q in einem Durchschnitt der Länge nach mit und nebst den Kanälen A und B besonders dargestellt in Fig. 400 Nr. 6.

Wenn der Dampf nach der obersten Dampföffnung des kleinen Cylinders strömt, so befindet sich der Hahn Q zugleich in einem solchen Stande, daß die durchgehende Oeffnung l l in seiner Mitte eine Communication herstellt mit dem Kanale B und einem andern Kanale G H, der in unmittelbarer Communication mit der rechtwinkligen Oeffnung I steht, welche die obere Dampföffnung des großen Cylinders ist, so daß alsdann der Dampf, welcher unter dem kleinen Cylinder benutzt worden ist, über dem großen Dampfkolben zu wirken beginnt. Aber wenn hernach der Hahn Q eine Viertelswendung macht und wenn seine vordere Oeffnung eine Communica-

tion herstellt zwischen dem Dampfraum um die Cylinder und dem Kanal B, so ist alsdann die Oeffnung l der Oeffnung des Kanales A gegenüber und läßt den Dampf, welcher über dem kleinen Kolben benutzt worden ist, in den Kanal K L strömen und so weiter durch die rechtwinklige Oeffnung M und durch den niedersteigenden Kanal N nach der untern Dampföffnung des großen Cylinders unter den großen Dampfkolben. Eine kugelrunde Oeffnung R (in Fig. 400 Nr. 4 mit d bezeichnet) und welche in Communication steht mit der Abzugsöffnung, ist an jeder Seite mit einem Ventil S, T versehen. Strömt der Dampf nun aus dem Kanale B über den großen Dampfkolben, so ist das Ventil S geschlossen; aber das Ventil T ist niedergedrückt oder geöffnet, so daß der Dampf, welcher unter dem großen Kolben benutzt worden ist, durch die Oeffnungen M, R abziehen kann nach dem Condensator; und das Umgekehrte findet statt, wenn der Dampf aus dem Kanale A unter den großen Dampfkolben streicht, um daselbst thätig zu sein. Die Stange des Ventiles T läuft durch die ausgebohrte Stange des Ventiles S; um jede derselben liegt ein Galgen m n und o p; mit dem untern Galgen sind verbunden die Ständer m o und n p, welche zugleich durch die Augen o, p des obern Galgens o p laufen, und zwischen den genannten Galgen liegen nun um die Ständer herum die Spiralfedern q und r, welche dazu dienen, um durch den Druck gegen die Galgen immer eins der Ventile geschlossen zu halten, wenn das andere geöffnet ist. Die Stange U X (Fig. 400 Nr. 2), welche durchläuft zwischen der Dampfkammer und der Wand des Cylindermantels, ist mit jeder Stange der zwei Ventile durch einen kurzen Arm verbunden, wie dieses in einem Seitenaufriß Fig. 400 Nr. 7 dargestellt ist.

Dieses ist nun die sehr vernünftige Einrichtung der Verbindung von Ventilen und Hähnen, welche Woolff ausgesonnen hat, um den abwechselnden Zu- und Abfluß des Dampfes, wenn er mit Ausdehnung in zwei verbundenen Cylindern wirkt, stattfinden zu lassen. Diese Einrichtung, obschon sie nicht zu den einfachsten gehört, ist dennoch compendiös und gibt die wenigste Gelegenheit zu Verlust von Dampf, während letzterer aus dem kleinen in den großen Cylinder übergeht. Sie erfährt eine wesentliche Vereinfachung, wenn man die Ventile S und T durch einen Hahn Z (Fig. 401) ersetzt, welcher bei einer abwechselnden Bewegung von gleicher Extension als derjenigen des Hahnes Q eine abwechselnde Communication herstellt zwischen den Oeffnungen I und M und dem Abzugskanale X Y.

Auch auf noch andere, jedoch vermuthlich auf keine sehr zweckmäßige Weise ist es möglich, den Zu- und Abfluß des Dampfes, wenn er in zwei mit einander verbundenen Cylindern mit Ausdehnung wirkt, zu reguliren. Und obgleich hier vorausgesetzt ist, daß die beiden Kolben in derselben Richtung bewegt werden, so braucht die Einrichtung nur eine Modification hinsichtlich des Laufes der Kanäle A, B, G H, K L oder hinsichlich der Anbringung der Dampföffnungen I und M zu erfahren, wenn die Kolben in entgegengesetzten Richtungen bewegt werden sollen, so daß z. B. der Dampf, welcher unter dem kleinen Dampfkolben benutzt worden ist, alsdann auch unter dem großen Kolben wirksam sein muß und umgekehrt.

C. Rotirende Dampfschubladen.

226. Zwei Dampfschubladen, welche sich rundum drehen und eingerichtet sind, wie es in Art. 212

Fig. 374 erklärt ist, können benutzt werden, um die abwechselnde Communication zwischen dem Dampfkessel und dem kleinen Cylinder, zwischen dem kleinen Cylinder und dem großen Cylinder, und zwischen dem großen Cylinder und dem Condensator herzustellen. Für jeden Cylinder und zwar an der obern Dampföffnung desselben muß eine solche Schublade in einer besondern kleinen Kammer angebracht werden. Der Dampf kommt aus dem Mantelraume der Cylinder in die Kammer der Schublade am kleinen Cylinder und wird wie gewöhnlich über und unter den Kolben gelassen. Die Abzugsröhre, welche sonst nach dem Condensator leitet, mündet sich hier in die Kammer der Schublade vor der obern Dampföffnung des großen Cylinders ein, und der im kleinen Cylinder benutzte Dampf, welcher in diese zweite Dampfkammer überströmt, wird ebenso wie Dampf aus dem Kessel unter und über den großen Dampfkolben gelassen, und nachdem er im zweiten Cylinder benutzt worden ist, zieht er nach dem Condensator ab. Auch diese Einrichtung ist sehr compendiös und kann, wenn die Schubladen einen guten dampfdichten Schluß haben, mit dem besten Erfolg angewendet werden.

D. Ebene Dampfschubladen.

227. Im dritten Kapitel der zweiten Abtheilung §. II. Art. 64 ist bereits angegeben, wie die Wirkung zwei einzelner Dampfschubladen mit einander verbunden werden kann, um den Zu- und Abfluß des Dampfes in zwei verbundenen Cylindern zu bewerkstelligen (siehe Fig. 61 Taf. VI). Diese Einrichtung ist dem Zweck entsprechend, aber der Dampfverlust ist größer, als wenn man zwei Schubladen an jedem Cylinder anwendet; gleichwohl ist in letzterem Falle der Apparat wiederum complicirter und

mehr Gelegenheit zur Abkühlung des Dampfes vorhanden. Um den Dampf, der im kleinen Cylinder gewirkt hat, soviel wie möglich auch im großen Cylinder zu benutzen, müssen die Damfschubladen durch Stangen bewegt werden, wie es z. B. in Fig. 63 angegeben worden; denn dadurch wird der Raum der Dampfkammer beschränkter, und wenn dieser Raum einmal mit Dampf gefüllt ist, wird die ganze Quantität, die im kleinen Cylinder gewirkt hat, in den großen Cylinder vertheilt werden; und es wird der mögliche Verlust immer einigermaßen vergütet durch den Dampf, welcher die Communicationsröhren **k E** oder **i D** ausfüllt und zur Bewegung des kleinen Dampfkolbens nichts beigetragen hat. Aber der Verlust wird am geringsten sein, wenn die beiden Kolben in entgegengesetzten Richtungen bewegt werden können, weil alsdann der Dampf regelmäßig aus der einen Dampföffnung in die andere übergehen kann, und weil die Schubladen eben an einander liegen oder sogar aus einem Stück bestehen können, da ihre Bewegungen einander nicht entgegengesetzt sind. Der gute Schluß der Schubladen kann hierbei durch Liderung erlangt werden.

Mit zwei Sätzen von zwei gekoppelten Dampfschubladen kann man auf die Weise verfahren, daß man für jeden Cylinder einen Satz in eine besondere Dampfkammer einschließt; der Dampf aus dem Kessel muß dann unmittelbar oder aus dem Mantelraume der Cylinder in die kleine Dampfkammer strömen, und der im kleinen Cylinder benutzte Dampf muß in die größere Dampfkammer übertreten, um im großen Cylinder wirksam zu sein u. s. w. Hierbei muß jedoch der Dampfverlust durch Abkühlung in den Kammern sehr ansehnlich werden können, und es ist deshalb besser, jeder Schublade eine besondere kleine Dampfkammer zu geben, die gerade den nöthigen

Raum für die Bewegung der Schublade besitzt. Es seien z. B. in Fig. 402 A B und C D die Umfänge der ebenen Hinterplatten der beiden Dampfkammern an den Dampföffnungen des kleinen Cylinders angebracht; E F und G H seien die Umfänge der ebenen Hinterplatten der entsprechenden Dampfkammern am großen Cylinder; I K sei eine hohle Säule, die in Communication steht mit den beiden Kammern A B und C D und durch welche der Dampf aus dem Kessel oder aus dem Cylindermantel einstreicht; a b und c d sind die obere und untere Dampföffnung des kleinen Cylinders. Wenn der Dampf im kleinen Cylinder benutzt worden ist, werden die Oeffnungen a b und e f, oder c d und g h von den entsprechenden Schubladen bedeckt, damit der Dampf durch die genannten Oeffnungen e f oder g h abziehen könne. Mittelst der Kanäle i k, l m und n o communiciren diese Oeffnungen mit den Dampfkammern E F und G H am großen Cylinder. Durch die obere oder untere Dampföffnung p q oder r s wird alsdann der Dampf in den großen Cylinder gelassen, und nachdem er in demselben seine Dienste geleistet hat, zieht er wie gewöhnlich ab durch die entsprechenden Oeffnungen t u oder v w, welche in unmittelbarer Communication mit der hohlen Säule L M stehen, die nach dem Condensator leitet.

Wenn die Kanäle i k, l m, n o im Mantel des Cylinders liegen, so beträgt die Abkühlung nicht viel mehr als in dem Falle, wo der Dampf, wenn die Kolben in entgegengesetzten Richtungen bewegt werden, aus den Kammern A B und C D unmittelbar übergehen kann in die Kammern E F und G H durch die Kanäle i k und l m. Da aber die Bewegung der Schubladen alsdann auch entgegengesetzt sein muß, so können die Stangen derselben nicht mit

demselben Galgen verbunden werden, um gleichzeitig bewegt zu werden.

E. Dampfschiebeventile und runde Dampfschubladen oder Dampfbüchsen.

228. Es kann schon das Einstreichen, der Uebergang und der Abzug des Dampfes stattfinden, wenn man für jeden Dampfcylinder ein Dampfschiebeventil anbringt und wenn der Dampf, der im kleinen Cylinder benutzt worden ist, statt abzuziehen, in die Kammer des Dampfschiebeventiles am großen Cylinder übergeht u. s. w., aber die Einrichtung kann noch compendiöser hergestellt werden.

Es sei in Fig. 403 A ein Theil des kleinen und B ein Theil des großen Dampfcylinders, wobei vorausgesetzt wird, daß beide von derselben Höhe oder Länge sind. Zwischen den Cylindern befindet sich eine platte Kammer oder Kanal C D E F, in welcher das Dampfschiebeventil a b c d sitzt. Dieses Dampfschiebeventil ist doppelt; auf der einen Seite hat es die metallene ebene Seite a h und b e, in welcher sich die viereckigen Oeffnungen i. k befinden; und auf der andern Seite sind ebenfalls die ebenen Seiten d g und c f nebst den viereckigen Oeffnungen l und m. Diese vier Oeffnungen haben gegenseitig Communication mit dem hohlen Theile n o des Schiebeventiles. Die Röhre C D E F ist durch eine andere Röhre, unten bei E F angefügt, mit dem Condensator verbunden. Der obere Theil der Röhre C D E F communicirt mit dem untern durch ein Kniestück, welches in der Figur nicht sichtbar ist, aber bei der Oeffnung S beginnt und unten bei der Oeffnung T sich endigt. Der Dampf kommt aus dem Mantel des kleinen Cylinders durch die Oeffnung H, und strömt durch die Dampföffnungen a oder k über oder unter den Kolben D, je nachdem das Schiebeventil sich in dem höchsten, oder in dem niedrigsten

Stande befindet. Im ersten Fall (der in der Figur dargestellt ist) communicirt die Oeffnung k durch den hohlen Theil n o des Schiebeventiles mit der obern gegenüber liegenden Oeffnung m, und der unter dem Kolben A benutzte Dampf kann deshalb in den obern Theil des großen Cylinders B übergehen, während der Dampf unter dem Kolben des großen Cylinders durch die untere Dampföffnung f abziehen kann nach dem Condensator. Im zweiten Falle strömt der Dampf aus H durch die untere kleine Dampföffnung k unter den kleinen Dampfkolben; derjenige, welcher über diesem Kolben gewirkt hat, zieht durch die Oeffnungen i und l (d. h. durch den Kanal n o) unter den großen Dampfkolben, und der Dampf, welcher über dem großen Dampfkolben benutzt worden ist, kann dabei durch die obere große Dampföffnung m und durch die Seitenröhre S T nach dem Condensator abziehen.

Für den Fall, daß jeder der beiden Dampfkolben einen verschiedenen Hub hat, kann dieselbe Einrichtung benutzt werden; aber wenn die Kolben bei gleichem Hub in entgegengesetzten Richtungen bewegt werden müßten, so würde das Schiebeventil eine geringere Complication bedürfen. Denn der hohle Theil n o kann alsdann ganz wegfallen, und das Schiebeventil bekommt dadurch die Gestalt eines Stückes, welches gleichsam aus zwei gegen einander gestellten oder zusammen verbundenen langen hohlen Dampfschubladen G H Fig. 404 besteht. Kommt der Dampf durch die Oeffnung K aus dem Mantel des kleinen Cylinders, so strömt er durch die Oeffnung a über den kleinen Dampfkolben, wenn das Schiebeventil in seinem höchsten Stande ist. Der unter dem kleinen Kolben benutzte Dampf geht unmittelbar über in den großen Cylinder und unter dessen Kolben durch die gegenüber oder neben einander liegenden

Oeffnungen k und f. Der Dampf endlich, welcher über dem großen Kolben wirksam gewesen ist, findet Gelegenheit, durch die obere große Dampföffnung m nach dem Condensator abzuziehen und zwar entweder durch den Mantel dieses Cylinders (eben so wie der einstreichenve Dampf durch den Mantel des kleinen Cylinders strömt), oder noch unmittelbarer durch eine besondere Röhre, deren Mündung bei I ist. Befindet sich das Schiebeventil in dem tiefsten Stande, so erfolgt die Wirkung auf dieselbe Weise, jedoch in einer umgekehrten Ordnung.

Wie einfach diese Einrichtungen auch scheinen mögen, so sind sie und hauptsächlich die erste dennoch nicht den Dampfbüchsen oder den cylindrischen Dampfschubladen vorzuziehen und zwar wegen der Schwierigkeit, den ebenen Seiten der Schiebeventile auf den entsprechenden Platten vor den Dampföffnungen der Cylinder einen gehörigen Schluß zu geben, ferner auch, weil man nicht so gute Gelegenheit hat, die Liderung für das dampfdichte Schließen der Schiebeventile anzubringen.

229. Bei Anwendung runder Dampfschubladen oder Dampfbüchsen, — und vorausgesetzt, daß die Kolben einen gleichen Hub haben und in derselben Richtung bewegt werden, — können die beiden Cylinder an einander gesetzt werden, und in dem Winkel werden alsdann die Dampfbüchsen mit ihren Kammern angebracht. Mehrerer Deutlichkeit halber wird jedoch für den Augenblick angenommen, daß die Cylinder A und B Fig. 405 von einander getrennt sind und daß zwischen ihnen die Dampfkammern mit den doppelten Dampfbüchsen liegen. Jedes Paar gekoppelte Schubladen CD, EF arbeitet in einer besondern Kammer GH, IK, und zwischen oder an derselben liegt die Communicationsröhre oder Kammer LMN. Der Dampf kommt aus der Oeffnung

O des Mantels des kleinen Cylinders und strömt z. B. unter den Kolben, wenn die Schubladen oder Büchsen (die gleichzeitig in derselben Richtung bewegt werden) in ihrem niedrigsten Stande sind. Da nun der Kanal L M N mit der Dampfkammer I K durch die zwei Oeffnungen L, N communicirt und die letztere Oeffnung von der Büchse F bedeckt wird, so findet der über dem kleinen Kolben benutzte Dampf Gelegenheit, durch die obere Dampföffnung P und durch die Oeffnung L in den Kanal L M N zu strömen, und weil dieser Kanal auch noch durch die einzelne Oeffnung M mit der zweiten Dampfkammer G H communicirt, so wird der genannte Dampf in diese zweite Kammer übergehen und durch die untere große Oeffnung Q unter den großen Kolben strömen können. Hat der Dampf über dem großen Kolben seine Wirkung gethan, so entweicht er durch die obere große Dampföffnung R und zieht ab nach dem Condensator durch eine bei S angebrachte Röhre, ganz wie oben in Fig. 403 angegeben ist. Befinden sich die Schubladen im höchsten Stande, so ist die Oeffnung L von der Büchse oder Schublade E bedeckt, und der Dampf unter dem kleinen Kolben kann durch die untere Dampföffnung T und durch die alsdann unbedeckte Oeffnung N und ferner durch die Oeffnung M übergehen in die zweite Dampfkammer G H, um durch die große Dampföffnung R über den großen Kolben gelangen zu können u. s. w.

Wenn die Kolben einen ungleichen Zug haben, z. B. der kleine Kolben einen kürzern, als der große, so wird die Einrichtung einfacher, weil alsdann der Kanal L M N wegfällt und die Dampfkammern also unmittelbar communiciren können; aber die Büchsen müssen dabei in entgegengesetzten Richtungen bewegt werden. Durch die Betrachtung der Fig. 406, in welcher dieselben Theile und Stellen mit denselben

Buchstaben beziffert sind, wie in Fig. 405, kann man sich hiervon ohne eine umständlichere Beschreibung überzeugen.

Werden endlich die Kolben bei gleichem Zug oder Hub in entgegengesetzten Richtungen bewegt, so fällt ebenfalls der Communicationskanal LM weg, und die Einrichtung wird die einfachste, da auch die Schubladen gleichzeitig in derselben Richtung bewegt werden müssen. Für den Fall, daß die Cylinder keinen Mantel haben, ist die Einrichtung in Fig. 407 angegeben: durch die Oeffnung O streicht der Dampf ein und durch die Oeffnung S zieht derselbe ab u. s. w.

Fünftes Kapitel.

Ueber den Condensator, die Luftpumpe und die Wasserpumpen.

---

§. I.

Formen und Einrichtungen des Condensators und der Luftpumpe in Dampfmaschinen von niederem und von mittlerem Druck.

230. Zur regelmäßigen Bewegung einer Dampfmaschine und zur Herstellung der größten Quantität des Nutzeffectes ist es eben so wichtig, den benutzten Dampf augenblicklich abfließen zu lassen oder zu vernichten, als denselben vorher zur rechten Zeit und in der erforderlichen Quantität aus dem Kessel in den Cylinder einstreichen zu lassen. Bei Dampfmaschinen von niederem Druck, wie auch bei Maschinen von mittlerem Drucke, welche mit Ausdehnung des Dampfes wirken, ist es ein nothwendiges Erforder-

niß, den benutzten Dampf so viel wie möglich zu vernichten oder in seiner Spannung zu schwächen. Diese Vernichtung kann nicht auf die Weise bewerkstelligt werden, daß man den Dampf austreibt, oder in die atmosphärische Luft, oder in einen mit Luft gefüllten Raum entweichen läßt, sondern sie muß durch Abkühlung herbeigeführt werden. Die Verdichtung nun kann auf mehr, als eine Weise erlangt werden, sprechen wir aber hier blos von der Verdichtung des Dampfes durch kaltes Wasser, so ist dieselbe entweder unmittelbar, oder mittelbar, d. h. das Wasser wird in wirkliche Berührung gebracht mit dem Dampf, oder der Dampf kommt nur in Berührung mit einer Oberfläche, oder mit den Wänden eines Raumes, welcher durch die Berührung des kalten Wassers auf einer möglichst niederen Temperatur erhalten wird.

Die Verdichtung des Dampfes durch unmittelbare Abkühlung mit kaltem Wasser ist bei Maschinen von niederem und bei einigen Maschinen von mittlerem Drucke noch bis jetzt die gebräuchlichste Weise. Ueber dieselbe soll zuerst und zwar ganz speciell gehandelt werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß, um den benutzten Dampf zu condensiren, derselbe aus dem Cylinder nach einem besondern geschlossenen Raum, in welchen ein ununterbrochener Strahl kalten Wassers getrieben wird, muß abziehen können. Die Wände dieses Raumes müssen auf einer möglichst niederen Temperatur erhalten werden, und das Einspritzen des Wassers geschieht am besten in der Gestalt eines dicken Regens, nach dem Punkte gerichtet, an welchem der Dampf eintritt, damit die größte Anzahl der Theilchen dieses Dampfes, sobald sie sich im Raume des Condensators ausdehnen, unmittelbar mit

den verschiedenen Wasserstrahlen in Berührung kommen und gleichsam von denselben gestoßen werden.

Das niedergefallene und erwärmte Verdichtungswasser, wie auch die Luft, welche sich aus dem eingespritzten Wasser entwickelt, müssen unaufhörlich aus dem Condensator entfernt werden, und bei Maschinen von niederem Drucke kann diese Entfernung nur durch die Anwendung einer Pumpe bewerkstelligt werden, durch welche ein Theil des Wassers in eine Cysterne gehoben wird, aus welcher man den Dampfkessel speißt.

Diese Pumpe, — die Luftpumpe nämlich, — und der Condensator sind also unzertrennlich; sie können beide, wie sogleich näher erläutert werden soll, zu einem Ganzen verbunden werden; aber obgleich diese Einrichtung die natürlichste und einfachste zu sein scheint, so gibt sie doch Veranlassung zur Behinderung und zu weniger gutem Effecte, weshalb es bis jetzt immer rathsam gewesen ist, dieselben aus zwei besondern Körpern bestehen zu lassen, welche jedoch verschiedene Stellungen zu einander haben können.

Wie in der zweiten Abtheilung (vergl. Fig. 34 u. 40 Taf. IV) bereits erklärt ist, werden bei feststehenden Dampfmaschinen von niederem Drucke der Condensator und die Luftpumpe in eine offene Cysterne von Gußeisen **ABCD** Fig. 408, welche durch die Kaltwasserpumpe immer bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt erhalten wird, neben oder hinter einander gestellt. Dieses Wasser umringt also die Wände des Condensators **E** und der Luftpumpe **F**. Durch die Berührung dieses Wassers werden also die Wände des Condensators kalt erhalten, und für die Verdichtung des Dampfes ist eine solche Stellung des Condensators in jeder Hinsicht günstig. Daß die Luftpumpe mit diesem Wasser in Berührung steht, muß jedoch weniger vortheilhaft sein,

weil hierdurch das emporgepumpte Verdichtungswasser, welches zur Speisung des Kessels dienen soll, in seiner Temperatur mehr oder weniger herabgestimmt wird.

Der Condensator ist viereckig oder rund, meistentheils von einerlei Höhe mit der Luftpumpe, und für den Fall, daß er cylindrisch ist, ist das Maaß seines Durchmessers demjenigen der Luftpumpe gleich. Die ebene oder viereckige Form ist besser, als die runde, weil bei derselben die äußere Oberfläche, welche das Wasser berührt, größer ist. Mittelst eines Kanales oder einer Röhre wie G communicirt der Condensator sowohl oben, als an der Seite mit dem Abzugskanale des benutzten Dampfes, oder vielmehr diese Röhre ist der Abzugskanal selbst.

Vor der Einspritzöffnung ist ein kurzes Mundstück angesetzt mit dem Hahn a b, dessen Schlüssel b c entweder unmittelbar oder mittelst eines Hebels, oder auf sonst eine Weise gesteuert wird. Der metallene Hahn kann zweiwegig, oder hohl sein. Im ersten Fall ist es nicht unzweckmäßig, die Mündung oder Oeffnung der Röhre d e niederwärts zu richten, wie in der Figur dargestellt ist, weil die tiefer gelegenen Wassertheile immer kälter, als diejenigen sind, welche einen kleinern Abstand von der Oberfläche haben. Im zweiten Fall ist diese Vorsicht unnöthig, weil alsdann der Hahn von unten offen ist (siehe z. B. Fig. 410). Die Mündung d c kann nach innen verlängert und nach oben gerichtet sein, damit der Wasserstrahl unmittelbar nach oben getrieben werde; aber es ist noch besser, diesen einspringenden Theil mit einer kugelförmigen Haube von geschlagenem Kupfer, durchbohrt mit vielen feinen Löchern (Fig. 409) zu bedecken. Durch diese Brause wird alsdann das Wasser in eben so vielen feinen Strahlen gegen den abziehenden Dampf gespritzt.

Die Entfernung der Einspritzöffnung von der Oberfläche des Wassers in der Cysterne sei so groß, als möglich, jedoch mit der Bedingung, daß sie immer über dem Punkte liege, bis zu welchem das Wasser im Condensator steigen kann. Der Form und der Dimension des Condensators entsprechend und nach der nöthigen Quantität des Einspritzwassers läßt sich dieser Punkt sehr leicht bestimmen (siehe den folgenden §.), und es ist dann schon ausreichend, die Einspritzöffnung 1 niederländische Palm höher zu stellen.

Das Röhrchen I des Schnaubeventiles H wird an den untern Theil des Condensators gesetzt und mündet hinter demselben oder an der Seite desselben ein. Dieses Ventil ist beständig mit Wasser bedeckt und kann häufig ganz entbehrt werden, denn die Luft kann auch durch die Ventile des Luftpumpenkolbens ausgetrieben werden und zwar ganz besonders, wenn kein Fuß- oder Bodenventil vorhanden ist.

Der untere Theil des Condensators communicirt unmittelbar mit dem Boden des Luftpumpenstiefels, aber in der kurzen viereckigen Communicationsröhre befindet sich die metallene schräg liegende Klappe K, viereckig von Gestalt und angebracht, wie man aus der Figur deutlich ersieht. Wenn der Kolben der Luftpumpe emporgeht, wird diese Klappe durch den Andrang des Wassers im Condensator und durch den Druck des verdünnten Dampfes und der entwickelten Luft geöffnet. Geht der Kolben dagegen nieder, so bleibt dieses Ventil durch den Gegendruck der Luft und des Wassers, welche in den Pumpenstiefel gezogen sind, wie auch durch den Druck des niedergehenden Kolbens geschlossen. Dieses Ventil leistet einen sehr wichtigen Dienst, denn bei'm Niedergange des Kolbens verhindert es, daß das zuerst durchgeströmte Wasser zum Theil in den Condensator

zurückgetrieben werde, so daß dann weniger Wasser durch die Ventile des Kolbens durchgehen könnte, oder auch wohl, daß wegen der schwankenden Bewegung des Wassers in der Luftpumpe und im Condensator die aufgepumpte Quantität bald einmal viel, bald einmal wenig betragen würde. Wird ein Fuß- oder Bodenventil angebracht, so wird dadurch die Quantität des auszupumpenden Wassers gleichförmig regulirt, und die Last ist fast immer dieselbe. Dieses indessen bei Seite gesetzt, so kann dieses Ventil streng genommen entbehrt werden, wie es denn auch in manchen Dampfmaschinen gar nicht vorhanden ist.

Soll aber dieses Bodenventil den Durchzug des Wassers und besonders auch der Luft aus dem Condensator nicht hindern, so muß es sich leicht öffnen lassen, dabei leicht sein und auch nicht schräger liegen, als nöthig ist, um durch seine eigne Schwere gut zu schließen. Um das bequeme Oeffnen zu befördern, gibt man manchmal dem Condensator einen hervortretenden Boden, PQRS (Fig. 409), so daß dieselbe Quantität Wasser nun eine größere Höhe STU über dem Boden erreicht, als wenn der Boden ganz eben oder (zum bessern Abzug des Wassers) nur ein wenig schräg wäre und also durch den stärkern Druck die Klappe leichter geöffnet würde. Es läßt sich jedoch nicht verkennen, daß bei dieser Einrichtung die Luft schwieriger durchdringt.

Der Luftpumpenstiefel sei gut gebohrt, d. h. von gleicher Weite, so weit das Spiel des Kolbens L sich erstreckt; über und unter diesen Grenzen kann er etwas weiter sein, was oben besonders den Nutzen gewährt, daß der Kolben bequemer eingesetzt werden kann; und unten kann in Folge einer solchen Erweiterung der Durchschnitt der Communicationsröhre auch etwas weiter genommen werden. Der Pumpenstiefel sei luftdicht bedeckt, und die Stange des

Kolbens laufe auch durch eine luftdichte Stopfbüchse M, welche auf die gewöhnliche Weise über der entsprechenden Oeffnung im Mittelpunkte des Deckels angebracht ist.

Der luftdichte Verschluß des Luftpumpenstiefels muß vornämlich aus folgenden Gründen vorhanden sein: 1) um zu verursachen, daß die Last des Drukkes der äußern Luft nur dann auf den Kolben wirke, wenn er beinahe seinen höchsten Stand erreicht hat, und daß das Abzugsventil O geöffnet werde; 2) daß der Kolben bei'm Niedergange nur durch eine ausgedehnte Luft (und deshalb im Vergleich mit dem atmosphärischen Drucke sehr wenig) gedrückt werde, wodurch dann die Ventile bequem aufgedrückt und die Luft nebst dem Wasser aus dem Condensator augenblicklich getrieben werden.

Die Luft und das emporgeförderte warme Wasser werden durch eine Abflußröhre N ausgetrieben. Diese Röhre ist häufig viereckig und mündet sich in die Heißwassercysterne PQ ein; hier ist sie mit einer metallenen Fallklappe O luftdicht bedeckt oder geschlossen. Bei'm Hub des Kolbens L wird die Klappe vom Wasser aufgedrückt und das erwärmte Wasser in die Heißwassercysterne ergossen; es bleibt in der Cysterne beständig bei einerlei Höhe, denn über dieser Höhe fließt es durch eine Abzugsöffnung ab. Das Saugrohr R der Heißwasserpumpe reicht bis beinahe an den Boden der Heißwassercysterne.

Der Luftpumpenkolben ist ein mit Hanfzöpfen geliderter offener Kolben, oben bedeckt mit einer Scheibe, oder mit Fallklappen. Der Kolben kann von gegossenem Eisen sein, aber die Ventile müssen von Metall sein, damit sie nicht einrosten und nicht sobald einen mangelhaften Schluß bekommen. Um dieser Unannehmlichkeit desto besser vorzubeugen, ist es auch sehr rathsam, den ebenen obern Rand des

Kolbens mit Metall zu überkleiden. Wenn das Verdichtungswasser salzig ist, muß die innere Wand des Luftpumpenstiefels ein metallenes Futter erhalten, wie auch die Stange des Kolbens, eine metallene Bekleidung, der Kolben kann jedoch im Nothfalle von Eisen sein, mit Ausnahme des obern Randes, wie so eben erwähnt wurde.

Die Einrichtung des Kolbens hat die meiste Aehnlichkeit mit derjenigen großer Saugpumpen, wie in der zweiten Abtheilung des dritten Theiles Kap. 5 §. VI beschrieben sind. Aus den beiden Durchschnitten Fig. 411 Nr. 1 und 2 kann diese Uebereinstimmung entnommen werden, und der Unterschied besteht höchstens in der Art der Ventile und in dem mehr oder weniger hohen Hub derselben. Diese Ventile sind nämlich entweder zwei Fallklappen S, S (Fig. 411 Nr. 1), die sich um zwei Spindeln pp drehen und in entsprechenden Lagern liegen, die am Umfange des Kolbens auf der Ebene seines obern Randes angebracht sind — oder statt der beiden Klappen ist eine massive metallene Scheibe TT (Fig. 411 Nr. 2) vorhanden, welche mit ihrem ebenen Rand auf der obern Fläche des Kolbens aufliegt und im Mittelpunkte eine [illegible] Oeffnung für den Durchgang der Stange L [illegible] [illegible] in ihrem Lagern und [illegible] [illegible] wird. Bei der ersten Einrichtung wird das Spiel der Klappen durch Körbe [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] an der Stange [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ist.

Bei der zweiten Einrichtung Fig. 411 Nr. 2 [illegible] die Stange mit einem Kreuz oder einem Kranze [illegible] an der Scheibe [illegible], daß sie [illegible] der [illegible] [illegible] sich; auch kann man an diese Stelle eine

Scheibe, ein Kreuz oder dergleichen an der Stange befestigen. Den Fallklappen muß in den meisten Fällen der Vorzug gegeben werden, weil man hinsichtlich des vollkommenen Aufschlagens derselben ganz sicher sein kann, während der Hub der Scheiben TT (Fig. 411 Nr. 2) durch Sand oder feste Theilchen, welche sich zwischen die Kolbenstange setzen, oder durch Klemmen und Drehen an der Kolbenstange gehindert werden kann; aber das Schließen der Scheiben kann besser und dauerhafter sein, und das Wasser dringt auch an dem ganzen Rande gleichmäßig durch, was zur Verminderung des Widerstandes etwas beitragen kann.

231. So wie die Einrichtung und Stellung des Condensators und der Luftpumpe jetzt beschrieben sind, trifft man dieselbe meistentheils bei feststehenden (die nicht verrückt oder zugleich mit der Last fortbewegt werden) Dampfmaschinen an, deren Maschinenbalken auf Mauerwerk oder auf einer Plattform mit zwei oder sechs Säulen getragen werden. Im ersten Falle stehen die genannten Theile in einer gußeisernen Cysterne (Fig. 408), welche unter dem Fußboden der Maschine festgestellt und ummauert ist. — Eine wasserdicht gemauerte Cysterne oder eine hölzerne, mit Blei oder Zink ausgeschlagene Cysterne u. s. w. erfüllen den Zweck eben so gut. Im zweiten Falle kann eine ähnliche Aufstellung stattfinden; jedoch bei Dampfmaschinen von kleinem und mittlerem Kaliber ist die Cysterne nicht in den Boden versenkt und macht gleichsam die Basis der ganzen Maschine aus (vergl. Fig. 29, 31 u. 40 Taf. III und Taf. IV).

Aber einer andern Anordnung der Theile der Dampfmaschine, wie auch dem Kaliber und der Form derselben entsprechend, oder wenn man über den Raum nicht unbeschränkt verfügen kann u. s. w.,

hat man die genannten Einrichtungen, die Aufstellung des Condensators und der Luftpumpe compendiöser ausgedacht. So sind z. B. in Maudsley's Dampfmaschine die Wassercysterne AB (Fig. 410), der Condensator CD und die Luftpumpe EF so compendiös wie möglich mit einander verbunden und bilden eigentlich drei concentrische oder in einander stehende Cylinder. Die Luftpumpe EF steht nämlich im Cylinder CD, der als Condensator betrachtet werden kann, obschon er vielmehr das Wasser empfängt, welches nach der Verdichtnng des Dampfes niederfällt. Dieses Wasser wird aus der Cysterne AB durch den offenen Boden des hohlen Einspritzhahnes I von der Seite eingetrieben und kommt sogleich in Berührung mit dem benutzten Dampfe, welcher durch die Röhre P aus dem Cylinder abzieht. Das Bodenventil G ist hier eine ebene Metallscheibe, welche eine runde Oeffnung im Boden des Luftpumpenstiefels bedeckt und in ihrem vertikalen Hub durch einen Kreuzbügel mn beschränkt wird. Der Deckel des Pumpenstiefels enthält zwei Ventile gh, oder eine einzige Deckscheibe gh (welche eben so wirkt, wie das runde Ventil oder die Deckscheibe TT des Kolbens Fig. 411 Nr. 2), welche als Abzugsventile des warmen Wassers, der durchgetriebenen Luft und des nicht verdichteten Dampfes dienen. Endlich reicht der Cylinder CD über den Luftpumpenstiefel, und es ersetzt dieser obere Theil also die Heißwassercysterne, aus welcher das Speisewasser emporgefördert wird u. s. w.

Die Einrichtung ist compendiös und gewährt vor der früher beschriebenen den Vortheil, daß die Temperatur des emporgeförderten warmen Wassers weniger herabgestimmt wird durch die Berührung des Pumpenstiefels und des Verdichtungswassers; es wird jedoch die Wand dieses Stiefels vom nicht ver-

dichteten oder elastischen Dampfe, von der entwickelten Luft und vom erwärmten Wasser umgeben, das zwar in Berührung steht mit der kalten Wand des Condensators, aber keine weitere Abkühlung erfährt, sobald es in den Pumpenstiefel getrieben ist.

Es ist hauptsächlich die compendiöse Stellung der Theile, die man als den wesentlichen Vorzug der Einrichtung betrachten darf; denn dem gedachten Vortheil gegenüber steht der Nachtheil des schwierigern Hubes des Bodenventiles G und des Ablaßventiles g h, welche hier keine schräg liegende, sondern eine horizontale Stellung haben, und bei deren weniger bequemem Hub der Durchfluß des Wassers und der Luft gehindert werden müssen. Es läßt sich auch noch bemerken, daß die Stellung des Einspritzhahnes I der raschen Verdichtung des abziehenden Dampfes weniger günstig ist, weil das Wasser mehr horizontal, als vertikal gegen den Dampf eingespritzt wird. Wenn jedoch der Einspritzhahn in einer horizontalen Richtung bei dem Punkte Z d. h. unter der Röhre P angebracht wäre, so daß der Wasserstrahl senkrecht eindränge und sogar in die Abzugsröhre P gerichtet wäre, so würde die Verdichtung häufig nicht so rasch bewirkt werden, da die Erfahrung lehrt, daß Dampf von größerer Dichtheit sich weniger schnell zu Wasser verdichtet, sobald er mit Wasser in Berührung kommt, als wenn die genannte Dichtheit durch die Ausdehnung in dem Abzugskanal und in dem Raume des Condensators erst vermindert wird. Uebrigens hängt das mehr oder weniger unmittelbare Einspritzen des Wassers in den Abzugskanal auch von dem Umstande ab, ob dieser Kanal eine größere oder kleinere Länge habe.

Bei manchen Dampfmaschinen hat man das Bodenventil in der Luftpumpe weggelassen (Fig. 412), wodurch dann die Behinderung bei dem Hub dieses

Ventiles nicht vorhanden ist; aber die schwankende oder wogende Bewegung, welche das Wasser nun sowohl im Condensator, als in der Luftpumpe haben wird, ist auch schuld daran, daß es nicht so gleichmäßig bei jedem Kolbenspiele durch die Ventile des Kolbens getrieben wird. Hiermit stimmt die Einrichtung überein, welche in Fig. 72 Taf. VII dargestellt ist; man muß sich jedoch die Röhre B, durch welche der Dampf nach dem Condensator abzieht, nahe an der Einspritzöffnung W angesetzt denken (siehe Fig. 412).

Hat man über hinlänglichen Raum zu verfügen, so stelle man den Condensator C (Fig. 413) und die Luftpumpe L ganz abgesondert in die Kaltwassercysterne ABCD, welche durch die Kaltwasserpumpe K entweder durch Eingießen oder durch Uebergießen beständig bis zu derselben Höhe gefüllt bleibt. Der Condensator C sei am liebsten ein länglich viereckiger Kanal. Die Luftpumpe werde im Nothfall vor nachtheiliger Abkühlung durch einen Mantel geschützt, und um das Ganze noch compendiöser einzurichten, kann die Heißwassercysterne H auf dem Deckel des Luftpumpenstiefels befestigt werden und seitlich mit dem Saugrohre V der Speisepumpe communiciren.

Die Luftpumpe muß auch einen massiven Kolben, d. h. einen Kolben ohne Ventile erhalten können, sobald der dazu nöthige Raum es zuläßt, daß sie das benutzte Verdichtungswasser von oben erhalten kann (siehe den Durchschnitt Fig. 414). Das erwärmte Wasser ergießt sich alsdann auf die obere Fläche des Kolbens Z, und eben so wird der nicht verdichtete Dampf nebst der entwickelten Luft über dem Kolben in der Luftpumpe vertheilt. Der Raum R unter dem Kolben muß beinahe luftleer sein, für welchen Zweck er durch ein Röhrchen m p n mit

Hahnstück mit der äußern Luft communicirt; denn wenn man den Hahn p bei'm ersten Hub des Kolbens öffnet, so wird die in dem genannten Raume R anwesende Luft ausgetrieben; wenn sich der Hahn hierauf schließt, so bleibt der Raum unter dem Kolben auf eine geraume Zeit mit einer sehr verdünnten Luft gefüllt, welche der niedersteigenden Bewegung des Kolbens wenig oder keinen Widerstand entgegensetzt. Der Kolben muß jedoch an der Wand des Pumpenstiefels dichter gelidert werden, so daß hierdurch wiederum einige Vermehrung des Widerstandes entsteht. Ohne auf den größern oder geringern Betrag dieses Widerstandes Rücksicht zu nehmen, scheint man diese Einrichtung (bei welcher der Abfluß des Wassers aus dem Condensator am rascheſten erfolgt und die Zusammensetzung des Kolbens die einfachste ist) wegen des größern Raumes oder der größern Tiefe, welche zur Aufstellung der Theile erfordert wird, nicht angewendet zu haben.

232. Man hat vorgeschlagen, den Condensator wegzulassen und die Verdichtung in der Luftpumpe selbst vor sich gehen zu lassen. Sie muß alsdann eben so, wie das Einspritzen, am liebsten über dem massiven Luftpumpenkolben bewerkstelligt werden und deshalb nach jedem Kolbenspiele stattfinden. Bei Maschinen von einfacher Wirkung läßt sich dieses sehr gut ausführen; bei Maschinen von doppelter Wirkung dürften die Unannehmlichkeiten größer werden, als die Vortheile, die allein von Belang sein könnten, wenn das Verdichten des Dampfes in einem abgesonderten Raum einigen Widerstand, oder eine Verminderung der Kraft verursachte.

Bei der unmittelbaren Verdichtung des Dampfes kommt auch ein Fall vor, wo die Luftpumpe entbehrt werden kann und zwar besonders, wenn die Maschinen von mittlerem Druck und von einfacher

Wirkung sind. Man nehme z. B. an, der Dampfcylinder habe durch geräumige Oeffnungen im Deckel oben eine freie Communication mit der atmosphärischen Luft, und unter den Kolben streiche Dampf ein von wenigstens zwei Atmosphären Spannung, so muß (die Reibungswiderstände u. s. w. bei Seite gesetzt) der effective Druck auf die Oberfläche des Kolbens dem Druck einer Atmosphäre gleich sein. Das Dampfrohr sei am Mittelpunkte des Cylinderbodens angesetzt und enthalte einen dreiwegigen Hahn, welcher, wenn er gedreht wird, die Dampföffnung des Cylinders mit dem kurzen Ableitungsrohr nach dem Condensator communiciren läßt. Wird nun diese Communication hergestellt, wenn der Kolben in seinen höchsten Stand gelangt ist (während dann die Dampfröhre durch den massiven Theil des Hahnes geschlossen ist), so zieht der Dampf ab und kann immer um so viel verdichtet werden, daß seine Spannung bis auf z. B. $\frac{1}{8}$ Atmosphäre vermindert wird. Das Wasser und die Luft, welche im Condensator geblieben waren, werden in den ersten Augenblicken, wo der Dampf von zwei Atmosphären Spannung abzieht, durch eine Seitenöffnung ausgetrieben, welche mit einer schrägen Klappe verschlossen ist, oder durch eine heberförmige Röhre, welche mit dem Boden des Condensators communicirt und in dem aufsteigenden Schenkel am Knie ein Kegelventil enthält. Es ist also der Ueberdruck des abfließenden Dampfes über den atmosphärischen Druck, welcher die Austreibung des eingespritzten Wassers und der entwickelten Luft bewirkt, und die wenige Luft, welche zurückbleiben kann, wird der Bewegung des Kolbens nicht hinderlich sein, weil immer ein Gegendruck von einer Atmosphäre vorhanden ist, welcher für den Niedergang des Kolbens ein hinlängliches Uebermaas be-

hält und häufig in Maschinen der hier gedachten Art durch angehängte Uebergewichte noch vermehrt wird.

233. Daß der Condensator und die Luftpumpe in einer Cysterne stehen, die beständig bis zu einer gewissen Höhe voll Wasser erhalten wird, ist kein nothwendiges Erforderniß. Daß man den Condensator in eine solche Cysterne stellt, ist in aller Hinsicht vortheilhaft, weil dadurch seine Wände immer kalt erhalten werden. Für die geringste Veränderung der Temperatur des benutzten Verdichtungswassers würde es jedoch (wie bereits oben bemerkt worden ist) besser sein, die Berührung des kalten Wassers mit der Wand des Luftpumpenstiefels zu verhindern und also diese Wand mit einem Mantel zu umgeben, der einen leeren Zwischenraum von 4 oder 5 Zoll läßt, — oder auch wohl die Luftpumpe selbst außerhalb der Wassercysterne aufzustellen (wie es der Fall ist in den Maschinen der Dampfboote), so daß allein die viereckige Communicationsröhre mit dem Condensator durch das Wasser läuft. Aber wenn eine bessere Gelegenheit vorhanden ist, die Röhre, in welcher der Einspritzhahn angebracht ist, mit einer besondern Cysterne communiciren zu lassen, in welcher das Wasser immer bis zu einer gewissen Höhe erhalten wird, oder auch mit einer vorhandenen Wasseransammlung, oder endlich mit dem Wasser eines Flusses, Baches u. s. w., dann kann und dann muß man häufig davon abgehen, den Condensator in eine Cysterne zu stellen, in welcher das Wasser durch eine Kaltwasserpumpe ununterbrochen ausgeschüttet wird.

Steht z. B. die Maschine in einem Gebäude, welches an einem Flusse oder an irgend einem andern Wasser liegt, dessen Niveau nur wenige Abwechslung erfährt und entweder höher steht, als der oberste Theil des Condensators, oder wenig unter demselben, so kann dieses Wasser zur

Verdichtung des Dampfes unmittelbar auf die Weise benutzt werden, daß man die Röhre des Einspritzhahnes mit ihm communiciren läßt; und eine Kaltwasserpumpe wird also unnöthig.

Auf Dampfböten wird es um so eher überflüssig oder selbst ganz zweckwidrig sein, den Condensator in eine Cysterne zu stellen, in welche das Wasser durch eine Pumpe gefördert wird, denn es ist ja zu einer unmittelbaren Communication des Condensators mit dem Wasser außer Bord (dessen Oberfläche häufig über diejenige des Condensators nicht) die Gelegenheit vorhanden.

Manchmal läßt man sowohl der Einfachheit halber, als auch, um eine Kaltwasserpumpe entbehren zu können, die Einspritzröhre mit dem Wasser eines vorhandenen Brunnens communiciren, welcher wegen des Nachquellens des Wassers ein beinahe unveränderliches Niveau besitzt (vergl. die Einrichtung der in der zweiten Abtheilung Art. 90 beschriebenen und Fig. 80 Taf. VIII abgebildeten Dampfmaschine). Aber wenn der vertikale Abstand des Wassers in diesem Brunnen bis zur Einspritzöffnung beträchtlich ist und z. B. über zwei niederländische Ellen beträgt, so ist die Einspritzung zu schwach, und statt durch die Abwesenheit der Kaltwasserpumpe an Bewegkraft zu gewinnen, so kann durch die langsamer von Statten gehende Dampfverdichtung viel eher noch eine Vermehrung von nutzlosem Widerstand erzeugt werden.

234. Häufig ist es nützlich, daß man den Grad, bis zu welchem der Dampf im Condensator geschwächt wird, wahrnehmen kann, um von der mehr oder weniger guten Bewirkung der Condensation für den gehörigen Gang der Maschine Kenntniß zu erlangen und im Stande zu sein, den Einspritzhahn bis zum nöthigen Punkte zu öffnen. Das hierzu führende

Mittel ist einfach und besteht in einer Art von Dampfmesser, welcher den Grad der Spannung angibt, den der Dampf im Condensator besitzt und dessen kleineres oder größeres Maas allein von der mehr oder weniger vollständigen Verdichtung abhängt. Eine Verdichtung, bei welcher der übrigbleibende verdünnte Dampf eine Spannung behält, welche eine Quecksilbersäule von 5 niederländischen Zollen Höhe zu tragen vermag, kann für sehr vollkommen gelten. Eine umgebogene gläserne Röhre, die von oben offen ist, in beiden Schenkeln Quecksilber enthält und im aufsteigenden Schenkel über der Quecksilberoberfläche luftleer ist, wird in diesem aufsteigenden Schenkel einen Quecksilberstand anzeigen, welcher 76 niederländische Zolle höher ist, als die Quecksilberoberfläche in dem niedersteigenden Schenkel, weil die atmosphärische Luft eine Quecksilbersäule von dieser Höhe zu tragen vermag. Wenn folglich dieser aufsteigende Schenkel in Communication gesetzt wird mit dem Condensator, so wird das Quecksilber durch einen Gegendruck afficirt werden, in Folge welches die Niveau-Differenz der beiden Quecksilberoberflächen um 5 Zoll vermindert wird. Diese Differenz kann auf einer hinten oder zur Seite angebrachten Skale abgelesen werden, wie auch andere mögliche Differenzen, und dadurch wird also der Grad der Condensation sehr genau angegeben.

Es sei **A B C D E** Fig. 415 eine doppelt umgebogene eiserne Röhre, welche sowohl im niedersteigenden Schenkel **A B**, als im aufsteigenden Schenkel **B C** eine durchgehends gleiche Weite besitzt. Das Ende **A** sei offen und das obere Ende der Röhre **B C** stehe durch die Röhre **C D E** in Communication mit dem obern Theile des Condensators; diese Communicationsröhre setzt sich mit einer oder mehrern Biegungen fort, je nach der Gelegenheit der Oertlichkeit und je nach dem Abstande zwischen dem Con-

densator und demjenigen Theile der Maschine, an welchem die Röhre A B C befestigt wird, um den Maschinenaufseher vor Augen zu sein. Die Röhre C D, welche nach dem Condensator läuft, enthalte auch irgend einen Hahn K, mit welchem die Communication zwischen dem Raume des Condensators und der Quecksilberröhre nach Erforderniß hergestellt oder gesperrt werden kann. Der Schenkel A B habe keine geringere Länge als eine halbe niederländische Elle, und B C sei nicht kürzer, als 9 Palmen. In die beiden Schenkel A B und B C werde soviel Quecksilber gegeben, daß die Oberfläche der beiden Quecksilbersäulen wenigstens 40 niederländische Zoll über die Biegung B reicht, sobald sie beide von der atmosphärischen Luft gedrückt werden. Ist nun die Röhre C D allein angefüllt mit unverdichtetem Dampf, so wird der größere Druck der atmosphärischen Luft auf die Quecksilberoberfläche im Schenkel B C ein Steigen und ein gleiches Herabsinken desselben im Schenkel A B verursachen. Wenn die Säulen im Gleichgewicht sind und dennoch eine Differenz im Niveau a b haben, so wird der Druck der ganzen Quecksilbersäule a b nebst dem Druck des unverdichteten Dampfes gerade gleich sein dem Druck, welchen die Atmosphäre auf die Oberfläche b ausübt. Im günstigsten Fall kann die Säule a b eine Höhe von 71 niederländischen Zollen haben; das Quecksilber wird dann in der Röhre A B die Hälfte von 71 = 35½ niederländische Zolle gefallen und um eben so viel in dem Arme B C gestiegen sein. Dieses Fallen kann angezeigt werden durch ein Stielchen auf einer in niederländische Zolle eingetheilten Skale c d; es kann sogar eine solche Skale entbehrt werden, wenn dieses Stielchen die Länge hat, daß das Ende desselben bei dem äußersten Grade der Con-

densation auf den Punkt gerade mit dem obern Rande A des Schenkels A B gleichsteht.

Wenn der aufsteigende Schenkel B C (Fig. 416) oder lieber der Theil A B C der Röhre von Glas ist, so kann der Quecksilberstand im Schenkel B C gesehen werden; die Skale c d kann neben oder hinter diesem Schenkel angebracht, ein bestimmter Theil der Röhre auf dieselbe Weise, wie ein Barometer, in ein Kästchen eingeschlossen werden (Fig. 417). Der niedersteigende Schenkel C D liegt hinter dem aufsteigenden Schenkel B C und läuft von da nach dem Condensator. Die Skale c d kann in halbe Zolle eingetheilt sein, während dann, wenn das Quecksilber um $\frac{1}{2}$ Zoll steigt, die Differenz des Niveaus der beiden Quecksilbersäulen einen ganzen Zoll beträgt; der oberste Theilstrich muß den höchsten Stand des Quecksilbers anzeigen und kann mit der Höhe von 71 niederländischen Zollen übereinstimmen, und weil dieses übereinstimmt mit demjenigen Grade der Verdichtung, bei welchem der Dampf eine Quecksilbersäule von 4 niederländischen Zollen tragen kann, so muß am ersten Theilstriche die Zahl 5, dann 6, 7 u. s. w. stehen. Die Skale braucht nur eine Länge von 10 niederländischen Zollen zu haben, und es ist dann auch ausreichend, die gläserne Röhre nur soweit sichtbar zu machen, indem man sie für den übrigen Theil ihrer Länge mit einer Skale bedeckt und die Eintheilungen dieser Skale neben dem aufsteigenden Schenkel anmerkt (siehe Fig. 417).

Wegen der geringen Höhe der Quecksilbersäule, welche durch die Spannung der Luft und des Dampfes im Condensator getragen wird, kann man sich auch zum Messen dieser Spannung einer kurzen gebogenen gläsernen Röhre A B C D E F G (Fig. 418) bedienen, welche bei A luftdicht geschlossen ist, eine gleiche Weite nebst einer gleichen Glasstärke besitzt

und bei F mit der Röhre verbunden ist, welche nach dem Condensator läuft. Wenn die Röhre von A bis C eine Länge besitzt von z. B. 15 niederländischen Zollen und AC bis E mit Quecksilber gefüllt ist, so wird dieses Quecksilber getragen vom Dampfdruck im andern Schenkel FED, so lange dieser Druck $\frac{1}{2}$ Atmosphäre überschreitet; nimmt er aber ab, so wird das Quecksilber in AC fallen und in DE steigen, so daß eine in halbe Zolle eingetheilte Skale DE anzeigen muß, wie viele ganze Zolle an Höhe die Quecksilbersäule mißt, deren Schwere von der Luft und dem unverdichteten Dampf getragen werden kann.

235. Die unmittelbare Verdichtung des Dampfes auf die oben entwickelte und beurtheilte Weise ist nicht ohne Nachtheil; sie findet nämlich statt auf Kosten eines beträchtlichen Theiles der Triebkraft. Es wird schon Kraft gewonnen, wenn der Condensator nur befreit wird von dem eingespritzten Condensationswasser und von dem unverdichteten Dampf. Aber er muß auch befreit werden von der Luft, die sich aus dem Condensationswasser entbindet; diese Luft nun trägt zur Abkühlung des Dampfes nichts bei, sie verhindert vielmehr die Condensation desselben mehr oder weniger, und das Auspumpen dieser Luft erzeugt deshalb einen wahrhaft nutzlosen Widerstand. Obschon ferner das Condensationswasser, welches ausgepumpt wird, seinem ganzen Betrage nach zur Verdichtung des Dampfes hat dienen müssen, so wird nichts desto weniger nur ein kleiner Theil desselben zur Speisung des Kessels benutzt; das übrige läuft durch ein Abzugsrohr nach Außen ab. Würde deshalb nur diejenige Quantität Wasser emporgefördert, welche in reichlichem Maaße zur Speisung des Kessels nothwendig ist, und wäre auch hinsichtlich des Auspumpens der entbundenen Luft kein

Hinderniß vorhanden, so würde viel gewonnen sein, denn die Luftpumpe brauchte dann nur von so geringer Dimension zu sein, als nöthig ist, um den unverdichteten Dampf, die wenige aus dem Dampf entbundene und durch lecke Stellen eingedrungene Luft, so wie auch eine hinlängliche Quantität des Speisewassers zu pumpen.

Diese Vereinfachung der Dampfmaschine ist aber nicht möglich, so lange man den Dampf durch unmittelbare Berührung mit dem Wasser verdichtet, aber der Zweck wird beinahe erreicht werden können, wenn man die Verdichtung mittelbar stattfinden läßt (vergl. Art. 223). Ueber diese Art der Condensation des Dampfes wollen wir uns noch zum Schluß einige Worte erlauben.

Ohne auf andere Arten, den Dampf mittelbar zu verdichten, Rücksicht zu nehmen, hat man schon seit langer Zeit vorgeschlagen, den abziehenden Dampf eben so zu condensiren, wie die flüchtigen Dämpfe, die bei einer Destillation erzeugt werden, d. h. man soll den Dampf in kupferne Röhren abziehen lassen, die beständig mit kaltem Wasser umgeben sind. Ein Beispiel dieser Condensationsart ist bereits bei der Beschreibung von Evans Dampfmaschine (im fünften Kapitel der zweiten Abtheilung) gegeben worden, und man kann die Einrichtung auf verschiedene Weise ausführen. Man scheint jedoch über die Zweckmäßigkeit dieser Methode stets im Umsichern gewesen zu sein. Denn obgleich viele Einrichtungen, den Dampf durch Berührung mit kalten Metalloberflächen zu condensiren, mehrfach vorgeschlagen worden sind, so hat man doch erst seit drei Jahren eine besondere in England von Samuel Hall patentirte Einrichtung der gedachten Art mit Erfolg angewendet. Der Dampf fließt nämlich aus dem Cylinder durch eine große Menge enger, mit kaltem Wasser umgebener Röhren,

und das Wasser wird unaufhörlich erneuert (es kann das schlechteste Wasser hierzu benutzt werden); das aus diesem verdichteten Dampf entstandene Wasser wird sammt dem unverdichtetem Dampf von einer kleinen Luftpumpe aufgenommen und nach dem Kessel befördert; dieser wird also mit destillirtem Wasser gespeist, und was an Speisewasser fehlt, wird aus einem besondern Apparat, der mit reinem Wasser angefüllt ist, nachgetragen. Im Königreich der Niederlande ist die Einführung dieser Art der Dampfcondensation gleichfalls patentirt.

Statt den Dampf durch enge Röhren, über deren äußere Oberflächen Kaltwasser strömt, abziehen zu lassen, kann auch umgekehrt das Wasser durch Röhren strömen, zwischen welchen der Dampf durchstreicht. Auch diese Einrichtung ist in England patentirt. Man erlangt aber mit derselben keine so augenblickliche Dampfverdichtung, als mit der ersteren, jedoch ist sie etwas einfacher.

In Fig. 419 ist A das untere Ende der Abzugsröhre aus dem Dampfcylinder. Dieses untere Ende ist verbunden mit der Mündung einer länglichen oder viereckigen luftdicht verschlossenen Kammer BCDE, die als Condensator dient. In den gegenüber stehenden Wänden BC und DE dieser Kammer sind eine Menge runder Oeffnungen angebracht, in welchen die kupfernen Wasserröhren a, a, a liegen. Um letztere werden außen Ringe mit Liderung oder lederne Kragen geschraubt, damit sie in den genannten Oeffnungen dampfdicht und wasserdicht schließen. Der gegenseitige Abstand dieser Röhren muß so gering wie möglich sein (und deshalb verhältnißmäßig kleiner, als in der Figur angegeben ist), damit der Dampf, welcher die Zwischenräume ausfüllt, an der möglichst größten Anzahl von Punkten mit den äußern Wänden der Röhren in Berüh-

rung sein könne. Auf der einen Seite münden sich die offenen Enden dieser vielen Röhren in den geschlossenen Raum oder in den viereckigen Kanal F F, welcher bei G eine Mündung hat, in welche die Kaltwasserpumpe ausgießt. An der andern Seite reichen die andern offenen Enden der Röhren in den Raum oder in den viereckigen Kanal H H, durch welchen das Wasser ablaufen kann und der mit einem Hahn K versehen ist. Ueber den Röhren a, a, a liegt eine Platte p q, die mit vielen Löchern durchbohrt ist, damit der abziehende Dampf bestimmt werde, in einem gleichen Maase zwischen die Röhren zu treten. Das kalte Wasser nun, welches in G von der Kaltwasserpumpe ausgegossen wird, muß in einem ununterbrochenen Strome durch die Röhren a laufen; diese treten dem Wasser die Wärme ab, welche der Dampf mittheilt, werden dadurch beständig in derselben niederen Temperatur erhalten und condensiren den Dampf augenblicklich und regelmäßig. Durch eine viereckige Oeffnung b b an dem Boden des Condensators (und welche Oeffnung von einer schrägliegenden Platte bedeckt ist) communicirt die kleinere Luftpumpe mit dem Condensator, so daß das durch Condensation gebildete Wasser und der unverdichtete Dampf ganz wie bei der gewöhnlichen Einrichtung und Condensationsweise in den Stiefel der Luftpumpe übergehen. I ist das Schnaubeventil, das im Nothfall auch weggelassen werden kann. Die Röhren a a haben eine horizontale Richtung, damit das durchfließende Wasser etwas länger in demselben verweile. Besäßen sie eine vertikale Richtung, so würde das Wasser rascher durchfließen, aber mit derselben Quantität Wasser würde dagegen weniger Wärme abgeleitet werden. Wenn nicht das Wasser, sondern der Dampf durch die Röhren strömt, so hat alsdann der

vertikale Stand der Röhren Vorzug vor der horizontalen, oder auch schrägen Richtung der Röhren.

Es läßt sich nicht verkennen, daß bei dieser Einrichtung viel mehr Wasser erfordert wird, als bei der unmittelbaren Condensation. Wo aber diese Quantität nicht fehlt, kann sogar das schlechteste Wasser benutzt werden. Der Dampfkessel erhält deshalb immer reines und größtentheils destillirtes Wasser, was für seine Erhaltung oder längere Dauer kein geringer Vortheil ist. Von welchem Nutzen diese Einrichtung bei Dampfbooten sein müsse, ist leicht zu ermessen, — und bei Ueberfluß von Wasser ist es sogar möglich, die Anwendung auch auf Hochdruckmaschinen auszudehnen. Auf Dampfbooten bedarf man keiner Kaltwasserpumpe; die Röhre F G läuft dann nach dem Vordersteven über Bord und muß gerichtet sein, so wie die Röhre H K, die nach dem Hintersteven über Bord läuft (der Condensator muß folglich noch gedrückter sein, als bei einer feststehenden Dampfmaschine); die Strömung wird erzeugt durch die Fortbewegung des Dampfbootes, und für diesen Fall wird dann die Einrichtung der Dampfmaschine auf eine große Einfachheit zurückgebracht sein.

§. II.

Ueber die Erwärmung des Speisewassers durch den Dampf von hohem oder mittlerem Druck, nachdem er in den Treibcylindern der Dampfmaschine benutzt worden ist.

236. In Dampfmaschinen von hohem Druck, welche nicht mit Expansion des Dampfes wirken, oder in solchen, wo der Dampf nach der Expansion eine Spannung von mehr als 1½ Atmosphären behält, — desgleichen in einigen Dampfmaschinen von mittlerem Druck, — wird der benutzte Dampf selten

durch Einspritzen von Wasser condensirt, das nachher sammt der entbundenen Luft wieder ausgepumpt wird. Er findet einen freien Abzug nach Außen, entweicht in die Atmosphäre und übt deshalb im Cylinder einen Gegendruck aus, welcher demjenigen von einer Atmosphäre gleichkommt. Aber ohne diesen Dampf zu verdichten und ohne den Abfluß nach Außen zu verhindern, kann man seine Hitze zu mehr als einem Zweck benutzen und zwar besonders zur Erwärmung des Speisewassers. Es ist bereits in der zweiten Abtheilung (im zweiten Kapitel §. II. Art. 56. 1. a d, und im fünften Kapitel §. I. Art. 88. Fig. 48 und 78 Taf. V und VIII) erklärt, wie diese Erwärmung auf zweierlei verschiedene Art geschehen könne, nämlich indem man den abziehenden Dampf unmittelbar oder mittelbar mit dem zu erwärmenden Wasser in Berührung bringt. Eine dritte Erwärmungsart läßt sich aus der Vereinigung der zwei genannten herstellen, doch gibt es alsdann keine andern Arten mehr. Zwar hat Evans vorgeschlagen, den abziehenden Dampf durch mittelbare Berührung mit Wasser zu condensiren und das gebildete Wasser in den Stiefel der Speisepumpe abziehen zu lassen. Dieses Verfahren ist meistentheils in dem Falle von Nutzen, wo der Dampf bis zu der verminderten Spannung von beinahe einer Atmosphäre ausgedehnt wird, und der Kessel wird größtentheils mit destillirtem Wasser gespeist; und sowohl für den Fall, daß man über eine geringe Quantität reinen oder salzigen Wassers verfügen kann, als auch für die Erhaltung des Kessels u. s. w. ist dieses Verfahren dann in jeder Hinsicht anzurathen (vergl. Art. 235).

Im Allgemeinen muß hier vorausgesetzt werden, daß eine Cysterne vorhanden sei, die größtentheils verschlossen oder bedeckt ist; — daß in dieselbe durch

eine Pumpe Wasser bis zu einer gewissen Höhe derselben gehoben werde; — daß dieses Wasser durch den abziehenden Dampf so viel wie möglich erwärmt werde; — und daß endlich dieses so erwärmte Wasser zur Speisung des Kessels dienen solle.

Um das Wasser durch unmittelbare Berührung mit dem benutzten Dampfe zu erwärmen, muß die Röhre, welche aus dem Abzugskanale des Treibcylinders kommt, in die Heißwassercysterne sich einmünden und unter die Oberfläche des Wassers reichen. Der Dampf kann hierbei durch eine Röhre, die z. B. auf dem Deckel der Cysterne angebracht ist, nicht abziehen, sondern muß durch's Wasser getrieben werden und zum Theil durch Condensation, zum Theil durch Mittheilung Wärme ausgeben. Wenn der Dampf so viel wie möglich vertheilt durch die Wassermasse dringt, d. h. wenn die größte Anzahl von Theilen dieser Masse mit dem durchdringenden Dampf in Berührung kommt, so wird dadurch die kräftigste und zugleich die gleichmäßigste Erwärmung herbeigeführt. Von dieser Seite betrachtet, erlangt man deshalb einen guten Effect, wenn die Abzugsröhre bis an den Boden der Heißwassercysterne fortgeleitet und daselbst in vier Arme vertheilt wird, welche mit den offenen Enden nach den Ecken der Cysterne gerichtet sind. Das Saugrohr der Speisepumpe dürfte nicht weit von dem Boden der Cysterne abstehen, während die Einrichtung übrigens sein könnte, so wie sie in der oben citirten Stelle der zweiten Abtheilung erklärt ist.

Obgleich die Erwärmung des Wassers durch unmittelbare Berührung mit dem Dampf einen größten Effect geben muß, so geschieht sie doch mehr oder weniger auf Kosten der Triebkraft, weil der Dampf sich durch's Wasser einen Weg bahnen muß und dabei sein freier Abzug behindert ist. Je mehr deshalb

Wasser aus seiner Lage verdrängt werden muß, desto nachtheiliger ist dieses auch für den raschen Abzug des Dampfes, und desto größer muß der Gegendruck auf den Kolben sein. Und von dieser andern Seite betrachtet, ist es deshalb unvortheilhaft, die Abzugsröhre tief unter die Oberfläche des Wassers in die Heißwassercysterne reichen zu lassen; — daß das offene Ende dieser Röhre nur eine halbe niederländische Palm unter diese Oberfläche komme und nicht weiter in seitlich gerichtete Arme auslaufe, gibt bei der unmittelbaren Erwärmung des Wassers vielleicht noch das beste Resultat. Bei dieser Einrichtung ist es nützlich, die Abzugsröhre irgendwo mit einem Hahn zu versehen, der geöffnet wird, wenn die Maschine angelassen ist und nachdem man den Dampf unter und über den Kolben hat streichen lassen; und der geschlossen wird nach Beendigung der Arbeit, um zu verhindern, daß bei dem Stillstehen der Maschine und wenn der Dampf großentheils abgekühlt worden, das Wasser in der Abzugsröhre zu hoch hinaufgedrückt und manchmal in die Dampfkammer ergossen werde.

Die mittelbare Erwärmung des Wassers wird auf die Weise erlangt, daß man das Abzugsrohr durch das Wasser der Heißwassercysterne laufen läßt, ehe sie in den Schornstein tritt, oder an die äußere Luft oder in irgend einen Raum, in welchem die noch übrige Wärme des Dampfes für einen besondern Zweck benutzt werden soll. Die Einrichtung ist einfach, damit aber zur Erwärmung des Speisewassers die meiste Wärme abgegeben werde, muß derjenige Theil der Röhre, welcher durch das zu erwärmende Wasser läuft, nicht zu kurz sein. Ist die Heißwassercysterne von Gestalt cylindrisch, so entspricht ein niedersteigendes Schlangenrohr, wie es die Branntweinbrenner anzuwenden pflegen, dem Zwecke

(vergleiche die Abbildung von Evan's modificirter Maschine). Sowohl für die bequeme Verfertigung, die bessere Gelegenheit zum Reinigen, alß auch für das raschere Austreiben der Luft und den weniger behinderten Abzug des Dampfes kann ein Schlangenrohr ersetzt werden durch zwei in einander gesetzte und umgekehrte abgestumpfte Kegel, welche für den Durchgang des Dampfes einen hinlänglichen Raum lassen. Man kann auch zur Vergrößerung der Wärme ausgebenden Oberfläche vier oder mehr gedrückte viereckige Kammern anwenden, die abwechselnd rechts und links eine schräge Lage haben und mit einander communiciren, so daß ein viereckiger schlangenförmiger Kanal hergestellt wird. Und so kann man viele Einrichtungen anwenden, die besonders bei'm Verdampfen und bei'm Abziehen (Ueberdestilliren) von manchen Substanzen angewendet werden.

Aber bei einem weniger hohen Stande des Wassers ist der Erwärmungseffect größer, weshalb es immer rathsam ist, der Cysterne oder lieber dem Wasser in derselben eine sehr geringe Höhe zu geben. Hierbei muß nun die Abzugsröhre z. B. eine niederländische Palm unter die Oberfläche des Wassers laufen und zwar in einer spiralförmigen (also nicht schlangenförmigen) Richtung, d. h. sie muß am Umfange beginnen und nach zwei oder drei Umgängen im Mittelpunkt endigen, wo sie ein wenig niederwärts laufen und in einer schrägen Richtung aus der Cysterne (durch eine entsprechende Oeffnung in in der Seitenwand) geleitet werden muß. Der Apparat ist auf diese Weise compendiös; die Erwärmung des Wassers sehr rasch und sicherlich die gleichmäßigste.

Eine große Menge Röhrchen von kleinem Durchmesser, welche in einer vertikalen oder schrägen Richtung durch das Wasser laufen und mittelst eines cy-

sternenförmigen oder kugelförmigen Raumes mit der Abzugsröhre communiciren, stellen ebenfalls einen sehr zweckmäßigen Apparat dar.

Wie auch die Abzugsröhre durch das zu erwärmende Wasser geleitet werden möge, so sorge man, daß ihr Durchmesser unter der Wasseroberfläche nicht kleiner sei, als derjenige des Abzugskanales des Cylinders. Eher vergrößere man diesen Durchmesser, oder den Durchschnitt, um die Wärme gebende Oberfläche zu vermehren; wo jedoch die Röhre aus der Cysterne hervortritt, kann eine Verkleinerung des Durchmessers sehr nützlich sein. Die Röhre muß ferner im Cylinder nie emporsteigen, nachdem sie erst niederwärts geleitet ist, sondern sie muß stets niederwärts gerichtet sein, — in einer schrägen Richtung die Cysterne verlassen, — und außer derselben im Nothfall ein Hahnstück besitzen, bevor sie weiter nach Außen oder sonst wohin emporsteige, damit durch das genannte Hahnstück das gebildete Wasser von Zeit zu Zeit abgelassen werden kann. Endlich hat eine kupferne Röhre den Vorzug vor einer eisernen.

Die Größe der Heißwassercysterne ist nicht ganz willkürlich; ein kleinster Inhalt gibt natürlich den größten Vortheil, weil die Erwärmung einer sehr viel größern Quantität Wassers, als zur Speisung des Kessels erfordert wird, absolut nutzlos und nachtheilig sein muß, jedoch muß hinlänglicher Raum vorhanden sein, um das Saugrohr der Speisepumpe und die Abzugsröhre anzubringen, wenn die Erwärmung mittelbar bewerkstelligt werden soll, auch muß wenigstens zwanzig oder dreißig Mal mehr Wasser vorhanden sein, als bei jedem Kolbenhub in den Kessel getrieben wird. Nach diesen Bestimmungen und je nach dem Kaliber der Maschine ist der Wasserraum in der Cysterne nicht schwierig zu bestimmen.

Um das Speisewasser so hoch wie möglich erwärmt in den Kessel zu fördern, ist es am vortheilhaftesten, die Erwärmung in einem besondern Kesselchen über einem erweiterten Feuerkanal des Dampfkessels zu bewerkstelligen (vergleiche die Einrichtung Fig. 243 Taf. XVI); oder das Saugrohr der Speisepumpe längs dem Kessel hinzuleiten.

Sind Gründe vorhanden, auf obige Vorschläge nicht einzugehen, so ist die mittelbare Erwärmung des Speisewassers durch den benutzten Dampf die zweckmäßigste und beste, wenn von letzterem nämlich Gebrauch gemacht werden soll, um Räume zu erwärmen, Flüssigkeiten zu erhitzen oder zu verdampfen, Stoffe feucht zu machen, zu waschen u. s. w., oder andere Fabrikarbeiten und Zubereitungen auszuführen und zu befördern. Mit Hinsicht auf solche Fälle kann die Anwendung von Hochdruckmaschinen die meisten wesentlichen Vortheile gewähren und vor den Maschinen mit niederem Drucke bei weitem den Vorzug verdienen. Wenn aber kein anderer Gebrauch von diesem Dampfe gemacht werden soll, als das Speisewasser so viel wie möglich zu erwärmen, so muß die unmittelbare Erwärmung anempfohlen werden, da sie einen Apparat erfordert, der am wenigsten complicirt ist.

§. III.

Ueber die Einrichtungen der Warm- und Kaltwasserpumpen.

237. Das Hauptsächlichste, worauf bei der Einrichtung der Speisepumpe einer Dampfmaschine Rücksicht genommen werden muß, besteht darin, daß sie das nöthige Wasser bequem und regelmäßig zuführt, und daß die Einrichtung oder Construction der Theile von der Art sei, daß die wenigste Wahrschein-

lichkeit eines baldigen Zugrundegehens vorhanden ist. Allein hinsichtlich der mehr oder weniger guten Erfüllung dieser Bedingungen können in der Einrichtung der Speisepumpen wesentliche Differenzen bestehen.

Die Pumpe selbst ist immer eine Druckpumpe; die Dimension ist nämlich selten so, daß eine Saugpumpe mit Vortheil angewendet werden kann. Meistentheils wird auch die Einrichtung eine größere Complication bedürfen, ja manchmal Schwierigkeiten verursachen, wenn die Pumpe eine Saugpumpe wäre; durch die Gegenwart des Ventiles im Kolben würde eine Gelegenheit mehr zur Zerrüttung vorhanden sein, und die Wirkung einer Druckpumpe ist auch viel regelmäßiger und erfordert eine weniger veränderliche Kraft, als eine Saugpumpe. Die Speisepumpe kann von einfacher und von doppelter Wirkung sein; im letzten Falle nämlich wird das Wasser sowohl bei'm Hub, als bei'm Schub des Kolbens nach dem Kessel gedrückt, und die Zuführung desselben ist also ununterbrochen. Hierzu ist sie jedoch nicht ausschließlich zu gebrauchen, da die ununterbrochene Wasserspeisung auch erlangt wird mit einem Windkessel oder mit einem selbst wirkenden Speiseapparate, wenn die Pumpe von einfacher Wirkung ist. In den meisten Fällen ist sie von einfacher Wirkung; der Kolben ist dann vorzugsweise ein Taucherkolben, wie er §. VI Kap. 5 Abth. 2 Theil III beschrieben und auch in Fig. 420 abgebildet ist. Diese Art von Kolben können mit der größten Genauigkeit verfertigt werden; ihre Bewegung ist sanft; ohne Klemmen und mit der wenigsten Reibung gewähren sie einen vollkommen wasserdichten Schluß und drücken das Wasser leicht empor.

Mit den Druckpumpen von doppelter Wirkung sind diese Vortheile nicht in demselben Maase ver-

(vergleiche die Abbildung von Evan's modificirter Maschine). Sowohl für die bequeme Verfertigung, die bessere Gelegenheit zum Reinigen, als auch für das raschere Austreiben der Luft und den weniger behinderten Abzug des Dampfes kann ein Schlangenrohr ersetzt werden durch zwei in einander gesetzte und umgekehrte abgestumpfte Kegel, welche für den Durchgang des Dampfes einen hinlänglichen Raum lassen. Man kann auch zur Vergrößerung der Wärme ausgebenden Oberfläche vier oder mehr gedrückte viereckige Kammern anwenden, die abwechselnd rechts und links eine schräge Lage haben und mit einander communiciren, so daß ein viereckiger schlangenförmiger Kanal hergestellt wird. Und so kann man viele Einrichtungen anwenden, die besonders bei'm Verdampfen und bei'm Abziehen (Ueberdestilliren) von manchen Substanzen angewendet werden.

Aber bei einem weniger hohen Stande des Wassers ist der Erwärmungseffect größer, weshalb es immer rathsam ist, der Cysterne oder lieber dem Wasser in derselben eine sehr geringe Höhe zu geben. Hierbei muß nun die Abzugsröhre z. B. eine niederländische Palm unter die Oberfläche des Wassers laufen und zwar in einer spiralförmigen (also nicht schlangenförmigen) Richtung, d. h. sie muß am Umfange beginnen und nach zwei oder drei Umgängen im Mittelpunkt endigen, wo sie ein wenig niederwärts laufen und in einer schrägen Richtung aus der Cysterne (durch eine entsprechende Oeffnung in in der Seitenwand) geleitet werden muß. Der Apparat ist auf diese Weise compendiös; die Erwärmung des Wassers sehr rasch und sicherlich die gleichmäßigste.

Eine große Menge Röhrchen von kleinem Durchmesser, welche in einer vertikalen oder schrägen Richtung durch das Wasser laufen und mittelst eines cy-

sternenförmigen oder kugelförmigen Raumes mit der Abzugsröhre communiciren, stellen ebenfalls einen sehr zweckmäßigen Apparat dar.

Wie auch die Abzugsröhre durch das zu erwärmende Wasser geleitet werden möge, so sorge man, daß ihr Durchmesser unter der Wasseroberfläche nicht kleiner sei, als derjenige des Abzugskanales des Cylinders. Eher vergrößere man diesen Durchmesser, oder den Durchschnitt, um die Wärme gebende Oberfläche zu vermehren; wo jedoch die Röhre aus der Cysterne hervortritt, kann eine Verkleinerung des Durchmessers sehr nützlich sein. Die Röhre muß ferner im Cylinder nie emporsteigen, nachdem sie erst niederwärts geleitet ist, sondern sie muß stets niederwärts gerichtet sein, — in einer schrägen Richtung die Cysterne verlassen, — und außer derselben im Nothfall ein Hahnstück besitzen, bevor sie weiter nach Außen oder sonst wohin emporsteige, damit durch das genannte Hahnstück das gebildete Wasser von Zeit zu Zeit abgelassen werden kann. Endlich hat eine kupferne Röhre den Vorzug vor einer eisernen.

Die Größe der Heißwassercysterne ist nicht ganz willkürlich; ein kleinster Inhalt gibt natürlich den größten Vortheil, weil die Erwärmung einer sehr viel größern Quantität Wassers, als zur Speisung des Kessels erfordert wird, absolut nutzlos und nachtheilig sein muß, jedoch muß hinlänglicher Raum vorhanden sein, um das Saugrohr der Speisepumpe und die Abzugsröhre anzubringen, wenn die Erwärmung mittelbar bewerkstelligt werden soll, auch muß wenigstens zwanzig oder dreißig Mal mehr Wasser vorhanden sein, als bei jedem Kolbenhub in den Kessel getrieben wird. Nach diesen Bestimmungen und je nach dem Kaliber der Maschine ist der Wasserraum in der Cysterne nicht schwierig zu bestimmen.

Um das Speisewasser so hoch wie möglich erwärmt in den Kessel zu fördern, ist es am vortheilhaftesten, die Erwärmung in einem besondern Kesselchen über einem erweiterten Feuerkanal des Dampfkessels zu bewerkstelligen (vergleiche die Einrichtung Fig. 243 Taf. XVI); oder das Saugrohr der Speisepumpe längs dem Kessel hinzuleiten.

Sind Gründe vorhanden, auf obige Vorschläge nicht einzugehen, so ist die mittelbare Erwärmung des Speisewassers durch den benutzten Dampf die zweckmäßigste und beste, wenn von letzterem nämlich Gebrauch gemacht werden soll, um Räume zu erwärmen, Flüssigkeiten zu erhitzen oder zu verdampfen, Stoffe feucht zu machen, zu waschen u. s. w., oder andere Fabrikarbeiten und Zubereitungen auszuführen und zu befördern. Mit Hinsicht auf solche Fälle kann die Anwendung von Hochdruckmaschinen die meisten wesentlichen Vortheile gewähren und vor den Maschinen mit niederem Drucke bei weitem den Vorzug verdienen. Wenn aber kein anderer Gebrauch von diesem Dampfe gemacht werden soll, als das Speisewasser so viel wie möglich zu erwärmen, so muß die unmittelbare Erwärmung anempfohlen werden, da sie einen Apparat erfordert, der am wenigsten complicirt ist.

§. III.

Ueber die Einrichtungen der Warm- und Kaltwasserpumpen.

237. Das Hauptsächlichste, worauf bei der Einrichtung der Speisepumpe einer Dampfmaschine Rücksicht genommen werden muß, besteht darin, daß sie das nöthige Wasser bequem und regelmäßig zuführt, und daß die Einrichtung oder Construction der Theile von der Art sei, daß die wenigste Wahrschein-

lichkeit eines baldigen Zugrundegehens vorhanden ist. Allein hinsichtlich der mehr oder weniger guten Erfüllung dieser Bedingungen können in der Einrichtung der Speisepumpen wesentliche Differenzen bestehen.

Die Pumpe selbst ist immer eine Druckpumpe; die Dimension ist nämlich selten so, daß eine Saugpumpe mit Vortheil angewendet werden kann. Meistentheils wird auch die Einrichtung eine größere Complication bedürfen, ja manchmal Schwierigkeiten verursachen, wenn die Pumpe eine Saugpumpe wäre; durch die Gegenwart des Ventiles im Kolben würde eine Gelegenheit mehr zur Zerrüttung vorhanden sein, und die Wirkung einer Druckpumpe ist auch viel regelmäßiger und erfordert eine weniger veränderliche Kraft, als eine Saugpumpe. Die Speisepumpe kann von einfacher und von doppelter Wirkung sein; im letzten Falle nämlich wird das Wasser sowohl bei'm Hub, als bei'm Schub des Kolbens nach dem Kessel gedrückt, und die Zuführung desselben ist also ununterbrochen. Hierzu ist sie jedoch nicht ausschließlich zu gebrauchen, da die ununterbrochene Wasserspeisung auch erlangt wird mit einem Windkessel oder mit einem selbst wirkenden Speiseapparate, wenn die Pumpe von einfacher Wirkung ist. In den meisten Fällen ist sie von einfacher Wirkung; der Kolben ist dann vorzugsweise ein Taucherkolben, wie er §. VI Kap. 5 Abth. 2 Theil III beschrieben und auch in Fig. 420 abgebildet ist. Diese Art von Kolben können mit der größten Genauigkeit verfertigt werden; ihre Bewegung ist sanft; ohne Klemmen und mit der wenigsten Reibung gewähren sie einen vollkommen wasserdichten Schluß und drücken das Wasser leicht empor.

Mit den Druckpumpen von doppelter Wirkung sind diese Vortheile nicht in demselben Maaße ver-

bunden; denn die Anwendung eines Taucherkolbens ist dann nicht wohl möglich, man müßte denn zwei einander gegenübergestellte Pumpenstiefel und einen doppelten Taucherkolben anwenden, dadurch wird aber die Einrichtung ohne Nutzen complicirt. In den Druckpumpen von doppelter Wirkung sind auch zwei Ventile mehr, als in denen von einfacher Wirkung, und deshalb ist auch die Möglichkeit des Zugrundegehens größer. Und wenn man das eine und das andere zusammennimmt, so kann die Wahl einer doppelten Druckpumpe allein gerechtfertigt werden durch die besondere Form des Kessels und durch seine Größe, oder auch durch eine beträchtliche Dampfconsumtion, oder auch, weil man den Widerstand dieses Theiles gleichmäßiger unter den beiden Dampfkolbenzügen vertheilen will, — oder weil man den Durchmesser der Pumpe verkleinern kann und nicht in die Nothwendigkeit der Anwendung einer Saugpumpe kommt.

Zur Druckpumpe von einfacher Wirkung gehören zwei Ventile, nämlich eins im Saugrohr oder in dem Mundstück, durch welches das Wasser aus der Heißwassercysterne zufließt, und eins in der Ausgußröhre, welche nach dem Kessel läuft. Das erste dient als Herz und ist geöffnet, wenn der Kolben aufgeht; das zweite hindert das Zurückfließen des emporgedrückten Wassers, wenn das erste durch den atmosphärischen Druck geöffnet wird, und ist alsdann auch geschlossen. Je nach der besondern Richtung und Stellung der Saug- und Ausgußröhren können diese Ventile auch aus schräg liegenden Fallklappen oder aus aufgehenden Kegelventilen bestehen; in jedem Falle sind sie von Metall. Wo dieses einigermaßen angeht, gebe man den sich hebenden Kegelventilen den Vorzug, und wenn man diese alsdann wie büchsenförmige Sicherheitsven-

tile einrichtet, so wird ihre Stellung einfach, ihre Bewegung leicht und sicher sein. In Fig. 420 ist diese Einrichtung skizzirt. ABCD ist der gegossene eiserne Pumpenstiefel mit dem Taucherkolben; EF ein Theil des Saugrohres, welches mit dem untern Ende in der Heißwasser-Cysterne steht und das konische Büchschen ab enthält, welches hier als Herz dient. Ueber dieser Klappe communicirt das Saugrohr mit dem Pumpenstiefel durch die Seitenröhre GH, welche an jedem Punkte der Länge AD des Pumpenstiefels angesetzt werden kann; es kann sogar bekanntlich das Herz im Boden des Pumpenstiefels angebracht werden. Die Ausgußröhre IK liegt hier über der Saugröhre und geht in zweckmäßiger Richtung nach dem Kessel oder nach der Cysterne der Speiseröhre. Das Ventil cd ist angebracht in einem verlängerten Theile der Saugröhre und zwar dicht über der Klappe ab, so daß die Oberfläche dieser letztern gegen den untern Rand ihrer Büchse stößt und verhindert wird, weiter aufzugehen, während der Hub des Ventiles cd selbst beschränkt wird durch die untere Fläche des Deckels L, gegen welchen der Kopf d stößt, wenn das Ventil so weit aufgedrückt ist, daß das Wasser einen hinlänglich geräumigen Durchzug finden kann. Ist der Deckel L abgenommen, so kann man bequem die Ventile einsetzen, oder wenn es sich nothwendig macht, sie heben, untersuchen u. s. w.

Die Stellung der Saug- und Ausgußröhren ist hier als sehr compendiös dargestellt. Sie kann nicht immer so sein, denn einmal sind diese Röhren ganz abgeschieden, ein andermal stehen sie einander gegenüber, oder neben einander, an dem Pumpenstiefel befestigt, oder es bilden ihre Richtungen einen gewissen Winkel mit einander. Dieses alles hängt ab von der relativen Stellung des Kessels, oder der

Kessel in Bezug auf die Theile der Maschine und den Raum, über welchen man für die Fortleitung der Röhren zu verfügen hat. Man kann sich von diesen möglichen Modificationen leicht eine Idee machen; nähere Erläuterungen sind in dieser Hinsicht unnöthig. Aber wie auch die Stellung und Richtung der verschiedenen Röhren sein möge, so muß immer Rücksicht genommen werden: 1) daß die Ventile und ihre Lager, sowohl in den Röhren, als in kleinen besondern Kammern so angebracht werden, daß sie bei möglichem Verderben, oder für den Zweck der Untersuchung und der Reinigung derselben mit der größten Bequemlichkeit ohne Abnehmen von Röhren oder Abschrauben der Pumpe selbst herausgenommen und wieder in Ordnung gebracht werden können; und 2) daß die Röhren selbst längs dem kürzesten Wege mit der geringsten Zahl von Biegungen — und dann immer noch mit runden Biegungen, — nach dem Pumpenstiefel oder von diesem nach dem Kessel u. s. w. geleitet werden.

Bei doppelten Druckpumpen ist folgende Zusammensetzung sehr compendiös: ABCD (Fig. 421) ist der Pumpenstiefel, welcher in der Heißwassercysterne selbst steht und wenigstens bis an den Deckel mit Wasser umgeben ist. Der Pumpenstiefel ist gut gebohrt, und der Kolben Z ist auf eine Strecke höchstens nicht kleiner, als sein Durchmesser, gelidert; die Kolbenstange geht durch eine luftdichte Stopfbüchse. An der einen Seite befinden sich sowohl oben, als unten am Pumpenstiefel die Mündungen E, F, welche die nach innen sich öffnenden Klappen a, b, enthalten; durch diese gelangt das Speisewasser in den Pumpenstiefel, nämlich über dem Kolben, wenn dieser niedergeht, und unter demselben, wenn er emporgeht. Den Mündungen E, F gegenüber sind die

Kanäle GH, IK, durch welche der Pumpenstiefel oben und unten communicirt mit dem Steigrohre L; in demselben liegen die nach Außen sich öffnenden Klappen c, d, welche abwechselnd bei dem Auf= und Niedergange des Kolbens sich öffnen u. s. w. Diese Klappen sind hier schräg hängende Fallklappen, aber sie können auch ersetzt werden durch Kegelventile, welche in besonders angebrachten vertikalen Röhren spielen; die Einrichtung wird hierdurch nicht viel complicirter.

Da die Gelegenheit zur Abnutzung, Einklemmung, zum Leckwerden oder zur unvollkommenen und gelähmten Wirkung der Ventile mit ihrer Anzahl zunimmt, so hat man viele Entwürfe einer solchen Einrichtung der Speisepumpen gemacht, wobei keine eigentlichen Ventile, oder nur eins angewendet zu werden brauchen, um die Wahrscheinlichkeit des Eintrittes der genannten Unannehmlichkeiten zu vermindern. Unter diesen Entwürfen ist jedoch ein einziger, durch welchen das Uebel beseitigt wird, ohne beträchtliche Vergrößerung des Speisepumpendurchmessers oder ohne Herbeiführung anderer Unsicherheiten der unbehinderten Wirkung.

Will man die Ventile vermeiden, so kann man dieselben durch Hähne ersetzen, aber diese müssen mechanisch geöffnet und geschlossen werden, was zum allerwenigsten die Complication vermehrt. Eine bessere Einrichtung kann jedoch darin bestehen, daß die Speisepumpe ganz weggelassen wird und daß die zu ihrer Wirkung nöthige Triebkraft auf die Steurung dreier Hähne eines besondern Speisungsapparates verwendet würde, aus welchem das Wasser durch den Dampfdruck selbst in den Kessel getrieben wird. Dieser Apparat, von welchem bereits in §. IV. des zweiten Kapitels die Rede war und welcher von verschiedenen Mechanikern mehrmals hergestellt worden

ist, könnte unter andern auf die folgende Weise eingerichtet und modificirt werden. Oben oder an der Seite (aber immer so viel wie möglich in der Nähe) des Dampfkessels Fig. 422 werde eine hohle metallene Kugel oder ein anderer Sammelbehälter A angebracht. Aus demselben geht eine Röhre BD nach der Heißwassercysterne (je nachdem die Maschine von hohem oder von niederem Druck ist). Zwei andere Röhren EF, GH gehen aus demselben in den Kessel C. Jede dieser Röhren besitze einen gut schließenden Hahn a, b, c. Die Röhre EF reicht bis beinahe an den Boden des Kessels oder bis unter den tiefsten Wasserstand. BD geht in die Kugel A und zwar bis ungefähr zur Hälfte ihrer Tiefe. Die Röhre GH geht eines Theils in die Kugel A bis über das Ende der Röhre BD und reicht andern Theils in den Kessel bis auf einige Zoll über den höchsten Wasserstand. Die drei Hähne müssen von irgend einem Theile der Maschine eine gleichzeitige Bewegung erhalten (was nicht schwierig ist), und der Stand derselben muß so sein, daß, wenn b und c anfangen sich zu öffnen, a bereits geschlossen ist, und umgekehrt; b und c sind deshalb immer gleichzeitig und gleichweit geöffnet oder geschlossen. Sind b und c geschlossen, so findet das Wasser aus der Heißwassercysterne Gelegenheit, durch den geöffneten Hahn a in die Kugel A sich zu ergießen, und wenn alsdann a geschlossen und b und c geöffnet werden, so wird der Dampf durch die Röhre GH eindringen, auf das Wasser in der Kugel drücken und dasselbe durch die Röhre EF in den Kessel treiben. Diese Wirkung geschieht auf Kosten des Dampfes, welcher die Röhre A füllen muß, aber ein großer Theil desselben bringt eine merkliche Erhöhung der Temperatur des Speisewassers zuwege.

Die Heißwassercysterne braucht bei einer Hochdruckmaschine nicht durch eine besondere Pumpe gefüllt zu werden; sie kann so viel Wasser fassen, als für einen ganzen Tag oder einen Theil des Tages erfordert wird, und der Mangel an Wasser in dieser Cysterne kann angekündigt werden durch einen Schwimmer, welcher auf eine Glocke wirkt. Hierzu kann auch der benutzte Dampf dienen, den man außer der Erwärmung des Wassers in der Heißwassercysterne noch benutzen kann, um das Wasser aus der Kugel A in den Kessel zu treiben. Der Wassermangel läßt sich in jedem Falle noch bei Zeiten daran erkennen, daß der Wasserstand im Kessel unter das offene Ende der Röhre EF sinkt; denn alsdann wird der Dampf in die Röhre BD dringen, aus derselben ausströmen und durch das damit verbundene Geräusch den bestehenden Mangel anzeigen. Dieses findet auch schon statt bei vollkommenem Wassermangel in der Cysterne durch den Dampf, welcher durch die Röhre GH emporgetrieben wird. Auf einen zu hohen Wasserstand im Kessel braucht keine Aufmerksamkeit gerichtet zu werden; sobald jedoch dieser Wasserstand über das untere Ende der Röhre GH steigt, kann kein Dampf in die Kugel A dringen; das in dieser Röhre befindliche Wasser wird vom Dampfdrucke getragen, und der Kessel kann folglich kein Wasser empfangen, so lange die genannte Wasserhöhe über dem Punkte G bleibt.

Wenn eine Speisepumpe vorhanden ist und das Speisewasser nicht unmittelbar in den Kessel getrieben, sondern die Versorgung mit Wasser durch eine oder die andere Art von Speisungsapparaten regulirt wird, so ist es, wenn die Speisung mangelhaft wird, unsicher, ob der Fehler in den mangelhaft gewordenen Ventilen der Pumpe oder des Speiseapparates, oder beider liegt. Um bei einer solchen Complication

oder Einrichtung die Ursache des Fehlers oder die Stelle, wo derselbe sitzt, bequemer entdecken zu können, wird es von Nutzen sein, daß in der Röhre, durch welche das Wasser dem Kessel zugeführt wird, ein einwegiger oder lieber ein dreiwegiger Hahn angebracht ist, so daß, wenn der Weg nach dem Kessel abgesperrt wird, zugleich ein anderer nach außen geöffnet wird. Denn findet alsdann das Speisewasser den Weg nach dem Kessel abgesperrt, so wird es aus der Seitenmündung, die dem dritten Wege des Hahnes gegenüber liegt, ablaufen müssen, und aus der Quantität des bei einer gewissen Anzahl von Kolbenspielen aufgefangenen Wassers läßt sich leicht beurtheilen, in wiefern oder in welchem Maas die Ursache des Fehlers entweder der Wirkung der Pumpe und ihrer Ventile, oder den Ventilen, Stöpseln oder anderen Theilen des Speiseapparates zugeschrieben werden müsse.

Ist kein selbstthätiger Apparat zur Regulirung der Versorgung mit Speisewasser vorhanden, so enthält die Zuleitungsröhre immer einen Hahn und eine seitenständige Abflußröhre, welche ebenfalls mit einem Hahn versehen ist. Da die Speisepumpe mehr, als noch einmal so viel Wasser, als zur richtigen Speisung des Kessels gehört, heben können muß, so steigt der Wasserstand bald über die bestimmte Grenze. Das Speisen muß alsdann auf einige Augenblicke unterbrochen werden, und dieses geschieht am einfachsten auf die Weise, daß der Hahn in der Zuleitungsröhre geschlossen und derjenige in der Abflußröhre geöffnet wird, damit das zugeführte Speisewasser ablaufen kann. Wie in der vorhergehenden Abtheilung bereits gesagt ist, kann für diesen Zweck der Kolben der Speisepumpe von seiner Stange oder von dem die Bewegung gebenden Theil (z. B. einem Galgen, einem kurzen Balanciers u. s. w.)

ausgelöst werden, und manchmal hat auch dieses Verfahren vor dem erstgenannten den Vorzug. Wo es jedoch die Gelegenheit nur einigermaßen gestattet, das Speisewasser mittelst eines selbstthätigen Apparates in den Kessel zu fördern, so entschließe man sich lieber, einen solchen Apparat anzuwenden, weil dadurch alle Unsicherheit über die gute Besorgung dieses wichtigen Theiles der Steurung so viel wie möglich beseitigt wird.

Bei Dampfmaschinen von niederem Druck und wenn der Dampfkessel nicht etwa in einem Dampfboote steht, gibt die gewöhnliche Speiseröhre das sicherste Mittel an die Hand, die Zuführung des Wassers im Kessel zu reguliren. Aber von der andern Seite ist es nicht zu verkennen, daß diese Röhre ein umständlicher und manchmal (wegen Mangel an Raum) ein sehr hindernder Apparat ist, durch welchen mehr Kraft zersplittert wird, als in dem Falle, wo das Wasser unmittelbar in den Kessel getrieben wird, weil nämlich dasselbe noch höher emporgefördert wird, als zur Ueberwindung des Uebermaases von Dampfdruck über den atmosphärischen Druck erfordert wird, und weil ferner in der längern oder höhern Zuleitungsröhre auch mehr Widerstand in Folge der Reibung und Zusammenziehung vorhanden ist.

Es gibt Fälle, in welchen die Speisung eines Dampfkessels unabhängig von der Bewegung der Maschine stattfinden muß, damit z. B. das Feuer nicht zu viel geschwächt zu werden braucht, wenn die Bewegung der Maschine auf mehrere Augenblicke aufhören soll, — oder vielmehr wenn der Dampf während des Stillstandes der Maschine für andere Zwecke (z. B. um Räume, Flüssigkeiten u. s. w. zu erwärmen) benutzt werden soll. In diesen Fällen muß die Thätigkeit der Speisepumpe durch die Bewegung

eines kleinen Dampfkolbens unterhalten werden, der in einem kleinen Cylinder spielt und dessen Stange an diejenige der Speisepumpe gekoppelt ist, während die Speisepumpe alsdann in einer besondern Wassercysterne steht. Den hierzu nöthigen mechanischen Apparat kann man auf mehr, als eine Weise einrichten, und ein Beispiel dieser Einrichtung hat man bereits in dem Apparate, welcher in der vorhergehenden Abtheilung Kapitel 5 §. V. Fig. 93 Nr. 1 u. 2 Taf. X beschrieben ist. Aehnliche Apparate können auch mit Nutzen bei Kesseln angewendet werden, in welchen Dampf von hohem Druck erzeugt wird, der einzig und allein zur Erwärmung, Zubereitung, Reinigung u. s. w. von Flüssigkeiten, Stoffen, Substanzen u. s. w. benutzt wird, dagegen gar nicht eine Dampfmaschine in Bewegung zu setzen hat. Und in diesen Fällen hat dann wegen der Gleichmäßigkeit des Widerstandes eine Druckpumpe von doppelter Wirkung den Vorzug.

238. Die Kaltwasserpumpe bei Dampfmaschinen ist entweder eine Saugpumpe, oder eine Druckpumpe. Eine Druckpumpe ist sie, wenn das Kaliber der Maschine klein ist und wenn wegen der geringen zu fördernden Wasserquantität die Anwendung einer Saugpumpe Schwierigkeiten der Construction haben sollte, oder wenn man ihr wegen der gleichmäßigeren Wirkung vor einer Saugpumpe den Vorzug gibt. In diesem Falle ist ihre Zusammensetzung in keinem Theile von derjenigen der Speisepumpe verschieden, und diese Zusammensetzung bedarf also keiner nähern Beschreibung. Bei Maschinen von niederem Drucke gießt diese Pumpe das Wasser durch eine Seitenröhre in die Cysterne, in welcher der Condensator steht. Bei Maschinen von mittlerem oder von hohem Drucke wird das Wasser in die Heißwassercysterne ausgegossen. In beiden Fällen muß das Was-

ser beständig auf einer bestimmten Höhe erhalten werden; die Pumpe hebt für diesen Zweck mehr Wasser, als absolut für den Dienst der Maschine erfordert wird, und das Ueberflüssige läuft ab durch eine in der Wand der Cysterne und in der Höhe des eben genannten Wasserstandes angebrachte Abflußröhre.

Ist die Pumpe eine Saugpumpe, so kann der Pumpenstiefel oben offen, oder geschlossen sein. Er ist offen, wenn das Wasser unmittelbar in die Cysterne gefördert wird, auf welcher die Dampfmaschine aufgestellt ist; die Pumpe steht alsdann in dieser Cysterne, und dieses ist häufig der Fall bei sogenannten Maschinen mit Säulen. Er ist offen, wenn das Wasser in die Cysterne des Condensators ausgegossen wird und wenn die Pumpe außerhalb dieser Cysterne steht. Die Röhre endigt alsdann in eine Art von Sammelbehälter Z (Fig. 423 u. auch 413), und aus diesem läuft eine Röhre PQ durch, oder über die Wand der genannten Cysterne; — oder es ist auch auf die Ränder des obern Endes des Pumpenstiefels eine Art von Rinne RS (Fig. 424) geschraubt, in welcher das emporgeförderte Wasser nach der Cysterne des Condensators läuft. Diese beiden letzterwähnten Einrichtungen werden angewendet, wenn das zur Maschine gehörige Pumpenwerk in einem Keller unter dem Boden steht, oder wenn man aus besondern oder von der Oertlichkeit entnommenen Gründen die Pumpe außerhalb der Cysterne des Condensators anbringen müßte.

Endlich kann der Pumpenstiefel oben geschlossen sein und die Kolbenstange durch eine Stopfbüchse des Deckels laufen (Fig. 425), wenn nämlich das Wasser in die Heißwassercysterne einer Maschine von mittlerem oder von hohem Druck, in welcher der Dampf bei'm Anfange seines Abzuges aus dem Cylinder häufig eine größere Spannung, als die atmosphärische Luft

besitzt, gefördert werden soll. Dieses Uebermaas kann jedoch nicht viel betragen, und es ist deshalb nicht absolut nothwendig, daß in der Seitenröhre A, welche nach der Heißwassercysterne läuft, ein Ventil vorhanden sei; ja der Pumpenstiefel kann aus diesen Gründen auch offen sein, sobald das Wasser höher, als bis zum Wasserstande in der Heißwassercysterne gehoben wird, um den Druck von Außen zu vermehren, aber dann muß in der Röhre A ein Ventil angebracht sein.

Die Kolben der Kaltwasserpumpen haben, je nach ihrer beträchtlichern oder geringern Größe, eins oder zwei Ventile. Haben sie zwei Ventile, so stimmt die Einrichtung hauptsächlich mit derjenigen der Luftpumpenkolben überein. Haben sie nur ein Ventil, so ist dieses eine lederne Fallklappe mit einer metallenen Scheibe bedeckt, oder ein Kegelventil, oder ein Büchsenventil. In Fig. 426 ist der Kolben mit einer Fallklappe dargestellt. Die erste Figur ist ein Durchschnitt des Kolbens durch die Mitte; er braucht nicht aus Metall zu bestehen und ist verbunden mit einem eisernen oder metallenen Bügel a b c, durch welchen die Kolbenstange gesteckt und mit einem Stift (Fig. 425) befestigt wird. Diese Stange kann auch eingeschraubt werden. Die Liderung besteht am zweckmäßigsten aus Flachs= oder Hanfzöpfen. Die zweite Figur ist ein Seitenaufriß des geliderten Kolbens und des Ventiles d e, welches denselben verschließt und dessen Grundriß in der dritten Figur gegeben ist. Das Ventil besteht aus einem Stücke Sohlenleder f g h, welches bei f und h mit zwei Schräubchen auf dem Rande des Kolbens befestigt ist und ferner mit einem Nagel oder mit einem kurzen Schraubenbolzen, der mit dem metallenen Scheibchen d e das an Durchmesser etwas größer ist, als die Oeffnung des Kolbens, verbunden ist.

Für gewöhnlichen Gebrauch und wenn es keine Umstände macht, den Kolben aus dem Pumpenstiefel zu heben, sind diese einfachen Fallklappen genügend. Die metallenen Kegelventile bedürfen jedoch einer weniger häufigen Inspection, sobald sie gut schließend gemacht sind und in ihren Lagern keine Behinderung haben. Aber die Büchsenventile mit ebenen Rändern haben noch vor den Kegelventilen den Vorzug, da sie beinahe gar keiner Klemmung ausgesetzt sind und mehr Wasser durchlassen können, wie sie denn auch bei ihrem Auf- und Niedergange mit mehr Festigkeit vom Umfange der Oeffnung des Kolbens geleitet werden. Der Bügel a b c eines mit einem solchen Büchsenventil K (Fig. 427) versehenen Kolbens muß eine hinlängliche Höhe haben, um das Ventil einsetzen zu können. Nachdem dieses geschehen ist, wird die Kolbenstange durch den Bogen des Bügels gesteckt und ragt so weit vor, daß die obere Fläche m des Ventiles an das untere Ende d der Stange stößt, wenn das Ventil bis zu einer Höhe emporgeschoben wird, die reichlich seinem Durchmesser gleich ist.

Das Ventil im Pumpenherz kann ebenfalls eine lederne Fallklappe sein, deren ledernes Charnier zwischen den zusammengefügten Rändern der Saugröhre und des Pumpenstiefels eingeklemmt ist. Diese Einrichtung ist abgebildet in Fig. 425 und das Ventil selbst (siehe bei M) ist an der einen Seite geradlinig und an der andern halbrund, damit es sich leichter und ohne nachtheiliges Schwanken öffnen könne. Wenn dieses Ventil mangelhaft werden sollte, so muß die Pumpe beinahe ganz aus einander genommen werden, um das Ventil herausnehmen, untersuchen und herstellen zu können. Diese Unannehmlichkeit ist um so größer, wenn die Pumpe in der Tiefe liegt, oder in Bezug auf andere Theile der Maschine so gestellt ist, daß das Auseinandernehmen

viele Mühe verursacht. Es ist deshalb viel besser, das Herz aus einem besondern metallenen Eimerchen bestehen zu lassen (siehe Fig. 423), mit einer kleinen Fallklappe, oder mit einem aufwärts sich öffnenden Kugelventil versehen (vergl. die Einrichtung, welche im fünften Kapitel der zweiten Abtheilung des dritten Theiles §. VII beschrieben und in den Fig. 60 und 78* Taf. II daselbst abgebildet ist); dieses Eimerchen umwickelt man alsdann mit Werg, klemmt es in eine trichterförmige bleierne Röhre, senkt es alsdann in das verengerte untere Ende des Pumpenstiefels und keilt es daselbst fest; denn bei solcher Einrichtung braucht man den Pumpenkolben nur herauszuziehen, um das Herz für den Zweck der Herstellung, Reinigung u. s. w. bequem heben zu können.

Es ist sogar gebräuchlich und der Bequemlichkeit halber zu empfehlen, die Pumpenstiefel von tiefen Pumpen an Dampfmaschinen von großem Kaliber so einzurichten, daß man das Herz einsetzen, untersuchen und heben kann, ohne zuvor den Kolben aus dem Stiefel herausziehen zu müssen. Für diesen Zweck ist die Saugröhre unter dem Punkte der Zusammenfügung X Y (Fig. 428) mit dem Pumpenstiefel hinlänglich erweitert und enthält an der Seite eine geräumige viereckige Mündung V W, welche mit einer Deckplatte Z geschlossen wird. Das Herz (dessen Oeffnung hier mit einem metallenen Kegelventil geschlossen dargestellt ist, wozu aber auch einfache und doppelte metallene Fallklappen benutzt werden können) ist am Umfange konisch abgedreht und im Nothfalle mit Rippen versehen; es wird festgehalten und mit Keilen verwahrt in der Verengerung R S der Saugröhre mit Hülfe eines bleiernen Randes, und wenn nun das Ventil untersucht und das Herz gehoben werden muß, so läßt sich dieses durch Abschrauben der Deckplatte Z sehr leicht be=

werkstelligen. Ist die Saugröhre unter der Erweiterung X Y V W nicht konisch zusammengezogen, sondern springt sie mit einem viereckigen Rand ein (Fig. 429), so kann das Herz, dessen Umfang nun cylindrisch abgedreht wird, auf diesem Rande mit einem bleiernen Ringe ruhen und an den Seiten mit hölzernen Keilen angedrückt werden (in Fig. 413 ist bei Z der Aufriß dieser Einrichtung dargestellt). Wenn die Kolben größerer Pumpen tief im Pumpenstiefel liegen und mit doppelten metallenen Fallklappen versehen sind, macht man manchmal einen ähnlichen Seitenzugang in diesen Theil des Pumpenstiefels, bis zu welchem der Hub des Kolbens reicht, um den Zustand der genannten Ventile geschwind und leicht untersuchen zu können.

§. IV.

Ueber die Dimensionen des Condensators und der Luftpumpe; Triebkraft, welche für die Luftpumpe in Anspruch genommen wird.

239. Wenn der Dampf, der im Cylinder einer Dampfmaschine benutzt worden ist, in einen geschlossenen Raum abfließt und in demselben durch Berührung mit kaltem Wasser verdichtet wird, so kann dessen Vernichtung niemals vollkommen stattfinden, oder die ganze Quantität des benutzten Dampfes kann nicht vollständig in den tropfbar flüssigen Zustand übergeführt werden.

In der ersten Abtheilung ist diese Bemerkung bereits gemacht, und man weiß, daß der verdünnte Dampf, der im Condensator und im Cylinder auf jeder Seite des Kolbens übrig bleibt, noch eine Spannung behält, zum wenigsten von 7 niederländischen Lothen auf den niederländischen Quadratzoll. Durch

das Einspritzen von kaltem Wasser in den Condensator wird sowohl durch die Erwärmung dieses Wassers, als durch den sehr geringen Druck des unverdichteten Dampfes Luft entbunden; diese Luft vermengt sich nach einigen Kolbenspielen gleichmäßig mit dem unverdichteten Dampf, und nun leuchtet es von selbst ein, daß diese Luft bis zu diesem verminderten Grade der Spannung, den der Dampf nach seiner Verdünnung behält, muß ausgedehnt werden können; denn wäre dieses nicht der Fall, so müßte die Bewegung des Dampfkolbens von der entbundenen Luft einen größern Widerstand erfahren, als von dem unverdichteten Dampfe, was mit der Voraussetzung streiten würde. Wenn der Condensator einen sehr geringen Inhalt hat, kann die eben genannte Unannehmlichkeit stattfinden, da dieselbe Quantität Luft in einem kleinern Raume ausgedeht wird und folglich nach der Ausdehnung eine größere Spannung behält, als wenn die Ausdehnung in einem größern Raume hätte stattfinden können.

Der Dienst der Luftpumpe ist darauf beschränkt, den Condensator fortwährend von dem Wasser, von der Luft und von dem unverdichtetem Dampfe zu befreien, welche in demselben sich angesammelt haben. Aber nicht bei jedem Hub des Dampfkolbens findet diese Befreiung statt; geht der Dampfkolben empor, so wird auch der Kolben der Luftpumpe gehoben (wenigstens bei der gewöhnlichen Einrichtung der Dampfmaschinen); es wird alsdann das Bodenventil durch den stärkern Druck von Wasser, Luft und Dampf im Condensator geöffnet, Wasser, Luft und Dampf entweichen und werden in den Räumen des Condensators und des Luftpumpenstiefels auf gleiche Weise vertheilt. Wenn der Luftpumpenkolben niedersteigt, fällt das Bodenventil zu, es kommt keine andere Quantität von Wasser, Luft und Dampf in

den Pumpenstiefel, und folglich wird der Condensator nur mit jedem vollen Kolbenspiele von Wasser, Luft und Dampf befreit. Es ist ferner ganz begreiflich, daß die Quantität von Wasser, Luft und Dampf, welche mit jedem vollen Kolbenspiele beseitigt wird, eigentlich entstanden ist durch zwei Dampfkolbenzüge, da durch das Offenstehen des Bodenventils, durch das Einspritzen und durch die Condensation die Entbindung von Luft und das Durchfließen von Wasser, Luft und Dampf fortdauern, wohl zu verstehen, wenn die Maschine von doppelter Wirkung ist.

Aus diesen Folgerungen läßt sich nun leicht abnehmen:

1) Daß der Condensator und der Luftpumpenstiefel von demselben Inhalt sein müssen, damit Wasser, Dampf und Luft in beiden gleichmäßig vertheilt werden können. Die Berechnung der erforderlichen Größe des Condensators ergibt deshalb auch diejenige der Luftpumpe, und unter Größe der Luftpumpe ist zu verstehen hauptsächlich die Oberfläche und der Hub des Kolbens und zwar ohne den Raum oben und unten mit in Rechnung zu nehmen.

2) Daß der Condensator eine solche Größe haben müsse, als nöthig ist, um das eingespritzte Wasser aufzunehmen, ferner das Wasser, welches aus dem verdichteten Dampf entstanden ist, ferner den unverdichteten Dampf und endlich die entwickelte Luft, ausgedehnt bis zu einem geringern Grade der Spannung, die derjenigen des unverdichteten Dampfes gleich ist. Und nach Anleitung dieser Folgerungen ist es nun nicht schwierig, wenn man die Gründe und Resultate benutzt, welche im zweiten Kapitel der ersten Abtheilung entwickelt und aufgestellt sind, die Dimensionen der Luftpumpe und des Condensators zu bestimmen (angenommen, daß die Einrichtung derselben mit der-

jenigen übereinstimmt, welche in Fig. 408 dargestellt ist).

240. Der Treibcylinder habe einen Durchmesser von d niederl. Ellen; der Kolben habe einen Hub von l niederl. Ellen Länge; so ist der Kubikinhalt d.s Cylinders:

$$0{,}7854\ d^2\ l.$$

Dieser Inhalt drückt zugleich auch die Zahl der Kubikellen oder den Theil einer Kubikelle Dampf aus, welcher bei jedem Kolbenhub in den Cylinder streicht oder aus demselben nach dem Condensator abzieht. Bei zwei Kolbenzügen oder einem sogenannten Kolbenspiel (aus Hub und Schub des Kolbens bestehend) muß nun eine Quantität von

$$1{,}5708\ d^2\ l$$

Kubikellen Dampf condensirt werden. Es muß hierzu auch noch der verloren gehende Dampf gerechnet werden, welcher zwischen den Kolbenoberflächen und den Böden des Treibcylinders sich befindet, und derjenige, welcher bei lecker Beschaffenheit und unvollkommenen Schluß der Ventile, Hähne oder Schubladen entweicht; aber es wird bei dieser Berechnung vorausgesetzt:

1) Daß der im Cylinder benutzte Dampf dieselbe Temperatur besitzt, wie derjenige im Kessel, was niemals der Fall sein kann und weshalb die consumirte Quantität, — bei einer vorausgesetzten Gleichheit der Temperatur, — geringer in Ansatz gebracht werden muß.

2) Daß der Dampf während des ganzen Kolbenzuges in den Cylinder strömt, was selten vollkommen der Fall ist und weshalb die Quantität des consumirten Dampfes wiederum eine Verminderung erfahren muß.

Diese beiden Verminderungen werden hier nicht in Rechnung gebracht, dagegen bleibt aber auch die Dampfquantität, welche zwischen der obern und untern Fläche des Kolbens und den Böden des Cylinders anwesend ist und bei jedem Kolbenzuge verloren geht, mit außer Rechnung. Für die Quantität, welche in Folge einer lecken Beschaffenheit oder unvollkommenen Schlusses entweichen kann, wird sogleich ein verhältnißmäßiger Theil zugefügt.

Wenn die Temperatur des Dampfes im Dampfkessel t Grade beträgt und die Höhe der Quecksilbersäule, welche der entsprechenden Dampfspannung das Gleichgewicht zu halten vermag, H niederl. Zolle, so muß die Dampfquantität, welche durch die Verdampfung von 1 Kubikpalm Wasser entsteht, so viele Kubikpalmen betragen, als ausgedrückt werden durch die Formel

$$\frac{93963,64}{H}(1 + t \cdot 0,00375)$$

(siehe das zweite Kapitel der ersten Abtheilung Art. 16). Wenn das Wasser nicht salzig ist und hinlänglich rein, so kann man im Durchschnitt annehmen, daß 1 Kubikpalm desselben 1 niederl. Pfund wiegt, und die so eben gefundene Zahl von Kubikpalmen Dampf wiegt also 1 niederl. Pfund. Folglich müssen 1000 Kubikpalmen oder 1 Kubikelle wiegen:

$$\frac{H}{93,96364\,(1 + 0,00375 \cdot t)} \text{ niederl. Pfunde.}$$

Und die Quantität von 1,5708 d^2 l Kubikellen, welche bei zwei Kolbenzügen (siehe oben) consumirt wird, hat deshalb ein Gewicht von

$$\frac{1{,}5708 \cdot H \cdot d^2\, l}{93{,}96364\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$ niederl. Pfund.

Um diesen Dampf von t° Temperatur zu condensiren, so daß er bis zur Temperatur T abgekühlt wird und noch eine Spannung behält, welche eine Quecksilbersäule von h Zollen zu tragen vermag, ist eine Quantität Wasser erforderlich, welche ausgedrückt wird durch die Formel

$$\frac{550 + t - T}{T - 12} \times \left(\frac{1{,}5708\, H \cdot d^2\, l}{93{,}96364\,[1 + 0{,}00375 \cdot t]}\right)$$ niederl. Pfd. oder Kubik-Palmen.

(Es wird nämlich vorausgesetzt, daß die Temperatur des Condensationswassers 12° betrage. Siehe das zweite Kapitel der ersten Abtheilung §. III. Art. 20).

Wegen lecker Beschaffenheit und für den Fall, daß die Dampfspannung etwas höher gebracht wird, und weil auch nicht alles eingespritzte Wasser unmittelbar condensirt wird, kann man diese Quantität Wasser noch recht gut um ein Viertel vermehren, so daß sie nun wird

$$\tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12} \times \frac{1{,}5708\, H\, d^2\, l}{93{,}96364\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$ Kubik-Palmen. (1)

Wenn das Gewicht der Dampfquantität vor der Condensation w Pfunde beträgt, während die Dampfspannung proportional ist der Höhe H der Quecksilbersäule, die ihr das Gleichgewicht hält, so muß die Wasserquantität, welche aus der Verdichtung dieses Dampfes bis zu der verminderten Spannung von h Zollen Quecksilber entsteht, ein Gewicht haben von

$$\left(\frac{H - h}{H}\right) \cdot w$$ Pfunden.

(S. das zweite Kapitel der ersten Abtheilung §. XX). Dieses Gewicht ist deshalb für gegenwärtigen Fall

$$= \frac{H - h}{H} \cdot \frac{1{,}5708\,H \cdot d^2\,l}{93{,}96364\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$ Pfunde oder Kubikpalmen.

Und addirt man diese Quantität zu derjenigen des Condensationswassers (1), so erhält man für jeden doppelten Zug des Dampfkolbens eine Quantität Wasser M

$$M = \left(\frac{H - h}{H} + \tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12}\right)$$

$$\cdot \frac{1{,}5708\ H \cdot d^2\ l}{93{,}96364\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$ Kubikpalmen;

oder $$M = \left(\frac{H - h}{H} + \tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12}\right)$$

$$\cdot \frac{1{,}5708\ H \cdot d^2\ l}{93{,}96364\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$ niedl. Kubikellen. (2)

Wird nun aus dieser Quantität $\frac{1}{n}$ Luft entbunden, so hat diese Luft ursprünglich eine Spannung, welche derjenigen der atmosphärischen Luft gleich ist und dem Druck einer Quecksilbersäule von 76 niederl. Zollen gleichkommt. Diese Luft nun erfährt bei ihrer Entbindung im Condensator nur einen Widerstand oder einen Druck, welcher demjenigen einer Säule Quecksilber von h Zollen Höhe gleich kommt. Sie muß deshalb ausgedehnt werden, bis daß ihre Spannung bis auf h vermindert ist, und muß dabei einen Raum einnehmen um so viel größer, als $\frac{1}{n}$ der oben gefundenen Anzahl Kubikellen Wassers

M, um wieviel 76 größer ist, als h. Dieser Raum ist also

$$= \frac{76}{h} \cdot \frac{M}{n}.$$

Die Temperatur T des unverdichteten Dampfes ist viel höher, als diejenige der Luft in dem Augenblicke, wo das Wasser in den Condensator gespritzt wird. Man kann annehmen, daß die Temperatur der entbundenen Luft nicht verschieden ist von derjenigen des Wassers und also 12 Grad beträgt. Und wenn nun diese Luft eine Temperatur bekommt von T Graden, so wird ihre Ausdehnung wiederum größer und zwar

$$= \frac{76}{h} \cdot \frac{M}{n} \cdot \frac{1 + T \cdot 0{,}00375}{1 + 12 \cdot 0{,}00375} = \frac{76\,M}{h\,n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375\,T}{1{,}045}$$

Siehe das zweite Kapitel der ersten Abtheilung §. III. Art. 19).

Soviel Luft nun entbunden ist, eben so viel beträgt die Quantität von unverdichtetem Dampf, und addirt man nun noch $\frac{1}{4}$ für lecke Beschaffenheit oder unvollkommenen Schluß der Ventile, Hähne oder Dampfschubladen u. s. w. hinzu, so erhält man für die totale Quantität N Kubikellen (oder Theile einer Kubikelle) Luft und unverdichteten Dampf, die bei jedem doppelten Kolbenzug im Condensator erzeugt werden und die Temperatur T nebst der Spannung h besitzen

$$N = \frac{190\,M}{h\,n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375\,T}{1{,}045} \quad \ldots\ldots (3)$$

Der Condensator muß nun hinlängliche Capacität besitzen, um die oben gefundene Quantität von M Kubikellen Wasser und N Kubikellen Luft

und unverdichtetem Dampf fassen zu können; deshalb muß der Rauminhalt des Condensators wenigstens der Summe der eben genannten Quantitäten gleich sein. Diese Summe wird deshalb die Größe oder den Kubikinhalt des Condensators und folglich auch denjenigen der Luftpumpe ausdrücken; denn der gleiche Rauminhalt dieser beiden Maschinentheile ist oben vorausgesetzt. Der Inhalt des Condensators oder der Luftpumpe ist

$$= M + N = M + \frac{190\,M}{h\,n} \times \frac{1 + 0{,}00375 \cdot T}{1{,}045}$$

$$= M \left\{1 + \frac{190}{h\,n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375\,T}{1{,}045}\right\}$$

$$= \left(\frac{H - h}{H} + \frac{4}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12}\right)$$

$$+ \left(1 + \frac{190}{h\,n} + \frac{1 + 0{,}00375 \cdot T}{1{,}045}\right)$$

$$\times \frac{1{,}5708\,H \cdot d^2\,l}{93963{,}64\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}.$$

Man nenne den Durchmesser der Luftpumpe in niederländischen Ellen ausgedrückt, x; der Hub des Kolbens sei $= m \cdot l$ d. h. gleich einem gewissen Theil von einer gewissen Anzahl Zügen des Dampfkolbens; alsdann ist der Rauminhalt des Pumpenstiefels, insofern der Kolbenzug ausgedehnt ist (und dieser Theil der Pumpe kommt hier allein in Betrachtung),

$$= 0{,}7854\ x^2\ m\ l.$$

Man bekommt also die Gleichung

$$0{,}7854\,x^2 \cdot m \cdot l = \left(\frac{H-h}{H} + \tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12}\right) \times$$

$$\left(1 + \frac{190}{h\,n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375\ T}{1{,}045}\right)$$

$$\times \frac{1{,}5708\ H \cdot d^2\ l}{93963{,}64\ (1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$

Und wenn diese Gleichung so viel wie möglich vereinfacht wird, so erhält man endlich x^2 = dem Quadrat des Luftpumpendurchmessers

$$= \frac{0{,}00002128\,H}{m(1 + 0{,}00375\,t)} \left\{\frac{H-h}{H} + \frac{2750 + 5\,(t-T)}{4\,(T-12)}\right\} \cdot$$

$$\times \left\{\frac{1 + 181{,}818\,(1 + 0{,}00375\,T)}{h\,n}\right\} d^2 \quad \ldots . \ (4)$$

241. Die gefundene Formel kann nun benutzt werden, um in verschiedenen Fällen die kleinste Größe der Luftpumpe und des Condensators im Verhältnisse zur Größe des Treibcylinders zu bestimmen. Es werde zuerst für den Fall des gewöhnlichen niederen Dampfdruckes angenommen, daß der Dampf im Kessel eine äußerste Spannung von $31\frac{1}{2}$ niederländischen Loth auf den Quadratzoll über den atmosphärischen Druck ausübe, welchem Druck eine Temperatur von 108° entspricht (siehe Taf. II nach der ersten Abtheilung). Es wird vorausgesetzt, daß die Condensation so vollständig wie möglich bewirkt werde, so daß der unverdichtete Dampf eine Spannung behält, die eine Quecksilbersäule von 5,3 niederl. Zollen Höhe bei einer Temperatur von 40° zu tragen vermag. Der Kolbenzug der Luftpumpe sei die Hälfte desjenigen des Dampfkolbens. Unter diesen Be-

schränkungen ist in den gefundenen Formeln $t = 108$
$T = 40$
$H = 99{,}1$
$h = 5{,}3$
$m = \frac{1}{2}$.

Die Größe n kann für Flußwasser zu = 20 und für Brunnen- oder Quellwasser zu = 14 angenommen werden, da die Quantitäten der Luft, welche aus diesen Arten des Wassers entbunden werden, $\frac{1}{20}$ und $\frac{1}{14}$ der Wasserquantitäten betragen können (siehe zweites Kapitel der ersten Abtheilung Art. 18).

Da eine Kubikelle Dampf von 108° Wärme ein Gewicht hat von 0,75 niederl. Pfunden (siehe die oben citirte Tabelle Nr. 2), so findet man zuerst durch die Formel (1) des Art. 240 die Quantität Condensationswasser, welche für jede Kubikelle Dampf erforderlich ist, nämlich:

$$\tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12} \times 0{,}75 = \tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + 108 - 40}{40 - 12} \cdot 0{,}75 = \text{beinahe } 21 \text{ Pfund oder Kubikpalmen.}$$

Deshalb kann man rechnen, daß die Quantität des Condensationswassers oder des sogenannten Einspritzwassers wenigstens 28mal mehr betragen müsse, als die Wasserquantität, aus welcher der zu condensirende Dampf entstanden ist. Hat nun der Treibcylinder einen Durchmesser von d niederl. Ellen und der Dampfkolben einen Hub von l niederl. Ellen, so beträgt der Rauminhalt des Cylinders $0{,}7854\, d^2 l$ niederl. Kubikellen, und bei jedem doppelten Kolbenzug wird also zum wenigsten eine Quantität Verdichtungswasser erfordert

$$= 2 \cdot 0{,}7854\, d^2 l \times 21 = \text{beinahe } 33\, d^2 l \text{ Kubikpalmen.}$$

Man kann auch noch sagen, daß auf die Pferdekraft in jeder Minute 21 Kubikpalmen oder niederl. Kannen Einspritzwasser erforderlich sind, weil man im Durchschnitt annehmen darf, daß die Quantität des auf die Pferdekraft in jeder Minute nöthigen Dampfes eine niederl. Kubikelle beträgt. Da aber diese Angabe nur ein mittlerer Durchschnitt ist, so verdient die erstere Rechnungsart für die bestimmten Fälle der Anwendung vor letzterer den Vorzug.

Zum Andern wird die Quantität Wasser die bei jedem doppelten Kolbenzug im Condensator und in der Luftpumpe anwesend ist, und welche deshalb durch die Luftpumpe gehoben werden muß, nach der Formel (3) des Art. 240.

$$M = \left(\frac{H - h}{H} + \frac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12}\right)$$

$$\times \frac{1,5708\ H \cdot d^2\, l}{93963,64\ (1 + 0,00375\ t)}$$

$$= \left(\frac{99,1 - 5,3}{99,1} + \frac{5}{4}\ \frac{618}{28}\right)$$

$$\times \frac{1,5708 \cdot 99,1 \cdot d^2\, l}{93963,64\ (1 + 0,00375 \times 108).}$$

$= 28,54 \times 0,00118\ d^2\, l = 0,033677\ d^2\, l$ Kubikellen, oder $= 33,677\ d^2\, l$ Kubikpalmen.

Vergleicht man diese Quantität mit derjenigen des nöthigen Condensationswassers, so ergibt sich, daß noch reichlich $\frac{1}{6}$ dieser letzteren Quantität für das aus der Verdichtung des Dampfes entstehende Wasser hinzuaddirt werden muß.

Zum Dritten. Die Quantität des unverdichteten Dampfes und der entbundenen Luft, welche bei jedem doppelten Kolbenzug vom Luftpumpenkolben ausgepumpt werden muß, wird nach der Formel (3) des Art. 240.

1) Für den Fall, daß die Einspritzung mit Flußwasser geschieht:

$$N = \frac{190 \cdot M}{h \cdot n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375 \cdot T}{1{,}045}$$

$$= \frac{190 \cdot 0{,}033677\ d^2 l}{5{,}3 \times 20} \cdot \frac{1 + 0{,}00375 \cdot 40}{1{,}045}$$

$= 0{,}06643 \cdot d^2 l$ Kubikellen $= 66{,}43\ d^2 l$ Kubikpalmen.

2) Für den Fall, daß zum Einspritzen Brunnen- oder Quellwasser genommen wird:

$N = \frac{20}{14} \cdot 0{,}06643\ d^2 l = 0{,}095\ d^2 l$ Kubik-Ellen $= 95 \cdot d^2 l$ Kubikpalmen.

Ist nun der Luftpumpendurchmesser $= x$ Ellen und der Hub desselben Kolbens bei gewöhnlicher Construktion der Maschine gleich dem halben Hube des Dampfkolbens, so ist der Kubikinhalt der Luftpumpe

$$= 0{,}7854\ x^2 \times \tfrac{1}{2}\ l.$$

Da dieser Inhalt wenigstens der Summe der oben gefundenen Quantitäten M und N gleich sein muß, so hat man

1) Bei Anwendung von Kanal- oder Flußwasser

$0{,}7854\ x^2 \cdot \frac{1}{2}\ l = 0{,}033677\ d^2 l + 0{,}06643\ d^2 l$
$= 0{,}1001\ d^2 l$ oder $x^2 = \frac{0{,}200214\ d^2}{0{,}7854} = 0{,}25492 \cdot d^2$,

woraus man findet für $x = 0{,}505\ d$.

2) Bei Anwendung von Brunnen- oder Quellwasser:

$$0{,}7854\ x^2 \cdot \tfrac{1}{2}\ l = 0{,}033677\ d^2\ l + 0{,}095\ d^2\ l$$
$$= 0{,}128677\ d^2 l, \text{ oder } x^2 = \frac{0{,}257355\ d^2}{0{,}7854} = 0{,}3277\ d^2,$$
weshalb $x = 0{,}572\ d$ ist.

Hieraus ergibt sich, daß in dem ersten Falle der Durchmesser der Luftpumpe reichlich dem halben Durchmesser des Dampfcylinders gleich sein müsse, während für den zweiten Fall dieses Maas beinahe $\frac{7}{12}$ des Cylinderdurchmessers beträgt. Bei diesen Dimensionen besitzen die Luftpumpen einen Rauminhalt, welcher reichlich $\frac{1}{8}$ oder reichlich $\frac{1}{6}$ des Cylinderinhaltes beträgt (nämlich vom Anfang bis zum Ende des Dampfkolbenzuges gerechnet), und es ist nicht rathsam, diesen Rauminhalt zu vermindern, selbst für den Fall, daß der Dampf eine beträchtlich geringere Temperatur und Spannung hätte, als in der oben mitgetheilten Berechnung vorausgesetzt wurde, weil bei einem kleinern Rauminhalte das Durchströmen der Luft und des nicht verdichteten Dampfes aus dem Condensator in den Luftpumpenstiefel zum großen Nachtheil der Triebkraft behindert werden könnte. Auch sind die meisten Dampfmaschinen von niederem Druck und nach Watt's System eingerichtet, mit Luftpumpen versehen, die bei Anwendung von Brunnenwasser einen Durchmesser von beinahe $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ des Treibcylinderdurchmessers besitzen, welches Maas bei einer sorgfältigen Zusammensetzung und bei gutem Zustande der Theile sicherlich zu groß ist, jedoch aber erforderlich ist, wenn man bei Ueberfluß von Condensationswasser den Dampf mit höherm Druck wirken lassen will, — oder auch für den Fall, daß man mit Grund eine lecke Beschaffenheit zu befürchten hat und daß die Entfernung von einer Maschinenwerkstätte oder die Gelegenheit und

die Art der zu verrichtenden Arbeit selten eine augenblickliche Untersuchung oder augenblickliche Ausbesserung gestatten.

242. Die Resultate der oben mitgetheilten Berechnungen gelten einzig für den Fall, daß der Dampf mit niederem Druck ohne Ausdehnung wirkt und daß die Spannung höchstens bis auf $3\frac{1}{2}$ niederl. Unzen auf den Quadratzoll Ueberdruck über den atmosphärischen gesteigert wird. Natürlich sind die Resultate anders, wenn der ursprüngliche Dampfdruck höher ist, oder auch in dem Falle, daß der Dampf bei niederem oder bei hohem Druck in einem oder in zwei verbundenen Cylindern mit Expansion wirkt und wenn er nach der Ausdehnung condensirt wird. Und da es nützlich ist, diese Resultate für den Gebrauch in vorkommenden Fällen zu kennen, auch für den Zweck, um beurtheilen zu können, bis wie weit der Nutzen der Condensation und der Anwendung einer Luftpumpe sich erstrecken kann, so sollen sie nachher mitgetheilt werden.

Erster Fall. Wenn der Dampf einen Ueberdruck haben soll von einer halben Atmosphäre über die äußere Luft, so beträgt dessen Temperatur t 112°, und die Höhe H der Quecksilbersäule, die er zu tragen vermag, 114 niederl. Zolle. Eine Kubikelle dieses Dampfes wiegt 0,8483 niederl. Pfunde, und um die Condensation bis zu der verminderten Temperatur von $42\frac{1}{2}$° zu erlangen (bei welcher Temperatur die Höhe h der Quecksilbersäule, die er zu tragen vermag, 6 niederl. Zolle beträgt), wird für jede Kubikelle des in Anwendung befindlichen Dampfes ein Gewicht an Wasser erforderlich sein

$$= \frac{5}{4} \cdot \frac{550 + 112 - 42,5}{42,5 - 12} \times 0,8483$$

$= 21,54$ Pfund,

was für den doppelten Kolbenzug 33,84 d^2l Kubikpalmen beträgt. Das aus der Condensation des Dampfes entstandene Wasser wird mit dem Condensationswasser eine Quantität ausmachen, die bei jedem doppelten Kolbenzuge beinahe

$$35{,}1 \times d^2l \text{ Kubikpalmen}$$

beträgt.

Der Betrag der entbundenen Luft und des unverdichteten Dampfes ist für jeden doppelten Kolbenzug

1) bei Anwendung von Fluß- oder Kanalwasser 61,67 d^2l Kubikpalmen;
2) bei Anwendung von Brunnen- oder Quellwasser 88,10 d^2l Kubikpalmen.

Hiermit wird man für die Durchmesser der Luftpumpen in diesen beiden Voraussetzungen beinahe dasselbe Maas finden, welches oben für den Fall sich ergeben hat, daß bei einem ursprünglich schwächern Dampfdrucke die Verdichtung bis auf 40° erfolgte. Denn obgleich in dem vorliegenden Falle die Quantität des Condensationswassers größer ist, so wird natürlich eine geringere Quantität von Luft entbunden, da die Condensation nur bis auf $42\frac{1}{2}$° fortgesetzt wird. Bei Anwendung einer größern Quantität von Condensationswasser wird deshalb die Condensation auch bis auf 40° ohne eine erwähnenswerthe Vergrößerung der Luftpumpe und des Condensators gebracht werden können.

Zweiter Fall. Soll der Dampf einen mittleren Ueberdruck von einer Atmosphäre über die atmosphärische Luft haben, so wird die Temperatur $t = 121{,}5$ und die Höhe der Quecksilbersäule H, welche dieser Dampf zu tragen vermag $= 152$ Zoll. Soll die Condensation bis auf $45\frac{1}{2}$° gebracht werden, so behält der Dampf eine Spannung, daß er

eine Quecksilbersäule h von 7 niederländischen Zollen tragen kann.

Eine niederl. Kubikelle Dampf von 2 Atmosphären Druck oder von 1 Atmosphäre Ueberdruck wiegt beinahe 1,112 niederl. Pfunde. Deshalb ist die Quantität Condensationswasser, welche für die niederl. Kubikelle erfordert wird,

$$= \frac{5}{4} \cdot \frac{550 + 121{,}5 - 45{,}5}{45{,}5 - 12} \cdot 1{,}112$$
$$= 22{,}10 \text{ Pfunde,}$$

oder auch für den doppelten Kolbenzug 34,70 $d^2 l$ Kubikpalmen.

Mit dem aus dem verdichteten Dampf entstandenen Wasser gelangt also für den doppelten Kolbenzug in den Condensator und in die Luftpumpe eine Quantität von 35,87 $d^3 l$ Kubikpalmen.

Die entbundene Luft und der unverdichtete Dampf nehmen bei Anwendung von Fluß- und Brunnenwasser einen Raum ein von beinahe 53 $d^2 l$ und 76 $d^2 l$ Kubikpalmen. Auch für diesen Fall können die relativen Dimensionen der Luftpumpe und des Condensators dieselben bleiben, als wenn der Dampf mit einer ursprünglichen Spannung von beinahe $1\frac{1}{3}$ Atmosphäre bis auf 40° verdichtet werden müßte. Aber wenn man den Dampf bis auf 40° Wärme verdichten wollte, so müßte die Quantität des Condensationswassers wenigstens 41,5 · $d^2 l$ Kubikpalmen betragen und der Durchmesser der Luftpumpe dürfte nicht kleiner sein, als $\frac{1}{3}$ des Cylinderdurchmessers bei Anwendung von Flußwasser, — und $\frac{2}{3}$ desselben Durchmessers bei Anwendung von Brunnen- oder Quellwasser.

Dritter Fall. Wie bestimmt man die Capacität der Luftpumpe und des Condensators für den Fall, daß der Dampf eine Spannung von drei At-

mosphären besitzen und die Verdichtung bis auf 54°
gebracht werden soll, so daß die noch bestehende Spannung ⅐ Atmosphäre beträgt?

Für diesen Fall ist $t = 135,1°$; $T = 54°$; $H = 228$; $b = 10,85$ und man wird finden, daß bei jedem doppelten Kolbenzug eine Quantität Wasser von

$$47,44\, d^2 l \text{ Kubikpalmen}$$

erfordert wird.

Addirt man diese Quantität zu derjenigen, welche durch die Verdichtung des Dampfes erzeugt wird, so beträgt die ganze Quantität des auszupumpenden Wassers

$$= 49,86\, d^2 l \text{ Kubikpalmen.}$$

Bei Anwendung von Fluß und von Brunnenwasser werden die entbundene Luft und der unverdichtete Dampf einen Raum einnehmen von $50,22\, d^2 l$ und von $71,75\, d^2 l$ Kubikpalmen.

Bei diesen Annahmen wird die Luftpumpe wiederum keinen größern Rauminhalt bedürfen, als in dem vorhergehenden Fall, in welchem nämlich der Dampf von 1⅓ Atmosphären Spannung bis auf 40° Wärme condensirt werden sollte. Wenn jedoch in dem gegenwärtigen Falle die Condensation bis auf eine Wärme von 45° fortgesetzt würde, so würde erstlich für jeden doppelten Kolbenzug die ansehnliche Quantität von $61,325\, d^2 l$ Kubikpalmen Wassers erforderlich sein, und zum andern müßte die Luftpumpe einen Durchmesser von $\frac{1}{2}\frac{8}{5}$ des Durchmessers des Treibcylinders haben oder auch von reichlich $\frac{3}{4}d$, je nachdem nämlich die Verdichtung mit Flußwasser oder mit Brunnenwasser bewerkstelligt würde.

Die Resultate der Berechnung des gegenwärtigen und des vorhergehenden Falles werden blos unter günstigen Umständen wahr sein können. Denn

je höher die Temperatur des Dampfes ist, um so viel schwieriger wird es, denselben auf einmal bis zu einem niedern Grad zu condensiren, und häufig ist dazu mehr Wasser nöthig, als durch Berechnungen gefunden wird. Hierzu kommt noch, daß die Wände des Condensators sehr schwierig bei der niedern Temperatur von 40° und 45° Wärme erhalten werden können, ohne sie mit kaltem Wasser zu umgeben, welches beständig erneuert wird, und es ist rathsam, hierzu nicht das Condensationswasser anzuwenden, welches sehr bald eine höhere Temperatur, als 12° noch vor dem Einspritzen haben würde. Es ist also eine sehr große Kaltwasserpumpe erforderlich, welche einen Theil Wasser in die den Condensator umgebende Cysterne und einen andern in eine Röhre ausgießt, welche nach der Einspritzöffnung läuft und da, wo sie sich durch das Abkühlungswasser der Condensatorcysterne fortsetzt, so viel wie möglich geschützt sein muß, so daß sie nur wenig Wärme aufzunehmen vermag. Und nun kann es sich noch ereignen, daß die Vortheile, die man von der Verdichtung des höher drückenden Dampfes erwartete, beinahe aufgewogen werden durch die größere Triebkraft, die erforderlich ist, um die größere Luftpumpe und Kaltwasserpumpe in Thätigkeit zu setzen. Um nun weniger Triebkraft zu brauchen, scheint es räthlich zu sein, den Dampf bis zu einer weniger niedrigen Temperatur, z. B. bis auf 60° statt bis auf 45 oder 50° zu condensiren; denn bei der geringern Quantität von Condensationswasser, bei einer Temperatur desselben, die etwas über 12° Wärme steht und bei der geringern Ausdehnung der entbundenen Luft kann der Rauminhalt der Luftpumpe und der Kaltwasserpumpe eine ansehnliche Verminderung erfahren. Da jedoch aus Wasser, welches nach der Dampfverdichtung die Temperatur von 60° behält, eine große

$$0{,}7854\,x^2 \cdot m \cdot l = \left(\frac{H-h}{H} + \tfrac{5}{4} \cdot \frac{550+t-T}{T-12}\right) \times$$

$$\left(1 + \frac{190}{h\,n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375\,T}{1{,}045}\right)$$

$$\times \frac{1{,}5708\,H \cdot d^2\,l}{93963{,}64\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)}$$

Und wenn diese Gleichung so viel wie möglich vereinfacht wird, so erhält man endlich x^2 = dem Quadrat des Luftpumpendurchmessers

$$= \frac{0{,}00002128\,H}{m(1+0{,}00375\,t)}\left\{\frac{H-h}{H} + \frac{2750+5\,(t-T)}{4\,(T-12)}\right\}.$$

$$\times\left\{\frac{1 + 181{,}818\,(1 + 0{,}00375\,T)}{h\,n}\right\} d^2 \quad \ldots . \,(4)$$

241. Die gefundene Formel kann nun benutzt werden, um in verschiedenen Fällen die kleinste Größe der Luftpumpe und des Condensators im Verhältnisse zur Größe des Treibcylinders zu bestimmen. Es werde zuerst für den Fall des gewöhnlichen niederen Dampfdruckes angenommen, daß der Dampf im Kessel eine äußerste Spannung von $31\frac{1}{2}$ niederländischen Loth auf den Quadratzoll über den atmosphärischen Druck ausübe, welchem Druck eine Temperatur von 108° entspricht (siehe Taf. II nach der ersten Abtheilung). Es wird vorausgesetzt, daß die Condensation so vollständig wie möglich bewirkt werde, so daß der unverdichtete Dampf eine Spannung behält, die eine Quecksilbersäule von 5,3 niederl. Zollen Höhe bei einer Temperatur von 40° zu tragen vermag. Der Kolbenzug der Luftpumpe sei die Hälfte desjenigen des Dampfkolbens. Unter diesen Be-

benzuges in niederl. Ellen), und kehrt man zur vorhergehenden Berechnung zurück, so wird man finden, daß die Luftpumpe einen Durchmesser haben müsse = $\frac{2}{3}$ d bei Anwendung von Flußwasser oder von $\frac{13}{25}$ d bei Anwendung von Brunnenwasser für den Zweck der Condensation.

Wenn man der Luftpumpe und dem Condensator dieselben Dimensionen gibt, als ob der Dampf während des ganzen Kolbenzuges mit vollem Drucke wirken sollte, so sind diese Dimensionen natürlich zu groß, sobald der Dampf fortdauernd mit Ausdehnung wirken soll; aber durch die beträchtlichere Größe dieser beiden Theile entsteht demungeachtet der Vortheil, daß man die Verdichtung weiter treiben kann und zwar bis auf 35° Wärme mit $\frac{9}{11}$ des Wassers, welches sonst bei einem ununterbrochenen Einstreichen des Dampfes erfordert wird.

b) Wird der Dampf von einem höhern Druck als $1\frac{1}{3}$ Atmosphären nach der Ausdehnung condensirt, so muß die Absperrung wenigstens bei $\frac{7}{16}$ des Kolbenzuges erfolgen (siehe die zweite Abtheilung Art. 69). Beträgt nun die ursprüngliche Dampfspannung 3 Atmosphären, so behält der Dampf nach der Ausdehnung noch eine Spannung von $1\frac{1}{3}$ Atmosphäre, und die Luftpumpe, so wie der Condensator müssen also dieselbe Dimension haben, als ob der Dampf mit dem niederen Drucke von $1\frac{1}{3}$ Atmosphäre während des ganzen Kolbenzuges in den Cylinder flösse (vergl. die Resultate der Berechnung in Art. 241). Für höhere ursprüngliche Drucke werden die Dampfspannungen nach der Ausdehnung ebenfalls größer, und der Rauminhalt der Luftpumpe und des Condensators müssen dabei gleichfalls größer werden. Es wird nicht schwer halten, durch Anwendung der Berechnungen und Bemerkungen, die in den 3 vorherge-

henden Fällen mitgetheilt worden sind, den Betrag dieser Vergrößerung zu erfahren.

c) Wirkt endlich der Dampf mit Ausdehnung in zwei mit einander verbundenen Cylindern, so ist es nicht weniger leicht, die Größe des Condensators und der Luftpumpe zu bestimmen. Denn vergleicht man das Verhältniß zwischen dem Inhalte beider Cylinder mit der ursprünglichen Dampfspannung, so lernt man die verminderte Dampfspannung im großen Cylinder kennen. Mit dieser Spannung wirkt der Dampf im großen Cylinder, wie in einem einzelnen Cylinder und zwar ohne fernere Ausdehnung, so daß der Fall dann immer einem der hier behandelten gleich steht, und die Größe von Condensator und Luftpumpe in Beziehung zum großen Cylinder wird deshalb bestimmt, als ob der große Cylinder allein vorhanden wäre und als ob die ursprüngliche Dampfspannung derjenigen des ausgedehnten Dampfes gleich wäre.

Anmerkungen. In den vorhergehenden Fällen ist der Durchmesser der Luftpumpe in der Voraussetzung bestimmt, daß der Kolbenzug der Hälfte des Dampfkolbens gleich sei. Die Ergebnisse der Berechnungen leiden deshalb keine Anwendung auf die Fälle, wo bei besondern Einrichtungen der Maschine der Zug des Luftpumpenkolbens andere Dimensionen hat. Aber der Rauminhalt der Luftpumpe und des Condensators bleiben unverändert bei denselben Graden des Dampfdruckes und der Condensation ꝛc. Wird nun für irgend einen Fall die Länge des Kolbenzuges der Luftpumpe $= m l$, während der Zug des Dampfkolbens $= l$ ist, und sollte der Durchmesser der Luftpumpe nach einem der vorhergehenden Fälle $= a$ sein, wenn der Kolbenzug $= \frac{1}{2} l$ wäre, so würde der Durchmesser x der Luftpumpe für den

fraglichen Fall sich ergeben aus der Berechnung der einfachen Formel

$$x = \frac{a}{2m} \sqrt{2m}.$$

Dampfmaschinen von einfacher Wirkung brauchen natürlich keine so große Luftpumpe und keinen so großen Condensator, als die Maschinen von doppelter Wirkung. Wenn für letztere der Rauminhalt der Luftpumpe = $\frac{1}{8}$ desjenigen des Treibcylinders ist, so braucht er für erstere kaum $\frac{1}{12}$ desselben zu betragen. Aber für besondere Fälle kann das eigentliche Maas des Rauminhaltes der Luftpumpe und des Condensators durch ähnliche Rechnungen, wie oben, festgestellt werden.

Endlich läßt es sich noch in Zweifel ziehen, ob die entwickelten Gründe auch anwendbar sein möchten für den Fall, wo die Condensation mit Salzwasser bewirkt wird, weil aus solchem Wasser eine geringere Quantität Luft, als aus Flußwasser entbunden wird. Wenn auch diese Differenz bedeutend sein mag, so hat sie doch beinahe keinen Einfluß auf die Bestimmung der Größe der Luftpumpe und des Condensators, da auch die Condensation des Dampfes eine größere Quantität Wasser erfordert, weil die Temperatur des Dampfes aus Salzwasser etwas höher ist, als die des Dampfes aus süßem Wasser, wenn die Spannungen gleich sein sollen.

243. Es ist nun noch die Bestimmung der Größe der verschiedenen Ventile und des Einspritzhahnes übrig. Die beiden Oeffnungen im Kolben der Luftpumpe müssen natürlich so groß genommen werden, als es nur einigermaßen möglich ist. Berücksichtigt man jedoch, daß der Rand des Kolbens eine hinlängliche Dicke haben müsse, um die Vertiefung zu enthalten, in welcher die Hanfliderung befe-

Man kann auch noch sagen, daß auf die Pferdekraft in jeder Minute 21 Kubikpalmen oder niederl. Kannen Einspritzwasser erforderlich sind, weil man im Durchschnitt annehmen darf, daß die Quantität des auf die Pferdekraft in jeder Minute nöthigen Dampfes eine niederl. Kubikelle beträgt. Da aber diese Angabe nur ein mittlerer Durchschnitt ist, so verdient die erstere Rechnungsart für die bestimmten Fälle der Anwendung vor letzterer den Vorzug.

Zum Andern wird die Quantität Wasser die bei jedem doppelten Kolbenzug im Condensator und in der Luftpumpe anwesend ist, und welche deshalb durch die Luftpumpe gehoben werden muß, nach der Formel (3) des Art. 240.

$$M = \left(\frac{H - h}{H} + \tfrac{5}{4} \cdot \frac{550 + t - T}{T - 12}\right)$$

$$\times \frac{1{,}5708\ H \cdot d^2\, l}{93963{,}64\ (1 + 0{,}00375\ t)}$$

$$= \left(\frac{99{,}1 - 5{,}3}{99{,}1} + \tfrac{5}{4}\ \frac{618}{28}\right)$$

$$\times \frac{1{,}5708 \cdot 99{,}1 \cdot d^2\, l}{93963{,}64\ (1 + 0{,}00375 \times 108)}.$$

$= 28{,}54 \times 0{,}00118\ d^2\, l = 0{,}033677\ d^2\, l$ Kubikellen, oder $= 33{,}677\ d^2\, l$ Kubikpalmen.

Vergleicht man diese Quantität mit derjenigen des nöthigen Condensationswassers, so ergibt sich, daß noch reichlich $\frac{1}{5}$ dieser letzteren Quantität für das aus der Verdichtung des Dampfes entstehende Wasser hinzuaddirt werden muß.

Zum Dritten. Die Quantität des unverdichteten Dampfes und der entbundenen Luft, welche bei jedem doppelten Kolbenzug vom Luftpumpenkolben ausgepumpt werden muß, wird nach der Formel (3) des Art. 240.

1) Für den Fall, daß die Einspritzung mit Flußwasser geschieht:

$$N = \frac{190 \cdot M}{h \cdot n} \cdot \frac{1 + 0{,}00375 \cdot T}{1{,}045}$$

$$= \frac{190 \cdot 0{,}033677\ d^2\ l}{5{,}3 \times 20} \cdot \frac{1 + 0{,}00375 \cdot 40}{1{,}045}$$

$= 0{,}06643 \cdot d^2\ l$ Kubikellen $= 66{,}43\ d^2\ l$ Kubikpalmen.

2) Für den Fall, daß zum Einspritzen Brunnen- oder Quellwasser genommen wird:

$N = \frac{20}{14} \cdot 0{,}06643\ d^2\ l = 0{,}095\ d^2\ l$ Kubik-Ellen $= 95 \cdot d^2\ l$ Kubikpalmen.

Ist nun der Luftpumpendurchmesser $= x$ Ellen und der Hub desselben Kolbens bei gewöhnlicher Construktion der Maschine gleich dem halben Hube des Dampfkolbens, so ist der Kubikinhalt der Luftpumpe

$$= 0{,}7854\ x^2 \times \tfrac{1}{2}\ l.$$

Da dieser Inhalt wenigstens der Summe der oben gefundenen Quantitäten M und N gleich sein muß, so hat man

1) Bei Anwendung von Kanal- oder Flußwasser

$$0{,}7854\ x^2 \cdot \tfrac{1}{2}\ l = 0{,}033677\ d^2\ l + 0{,}06643\ d^2\ l$$

$= 0{,}1001\ d^2\ l$ oder $x^2 = \frac{0{,}200214\ d^2}{0{,}7854} = 0{,}25492 \cdot d^2$, woraus man findet für $x = 0{,}505\ d$.

2) Bei Anwendung von Brunnen- oder Quellwasser:

sichtigung zu kommen braucht, und dieses um so weniger, weil die Oeffnung, da sie durch einen Hahn regulirt wird, reichlich so groß sein muß, als absolut nöthig ist. Die Quantität des Einspritzwassers kann nach Pferdekräften berechnet und die Geschwindigkeit der Einströmung durch die Formel

$$s = 4{,}429 \sqrt{h}$$

bestimmt werden (es bezeichnet hier h die Druckhöhe in niederländ. Ellen), welche im dritten Kapitel der zweiten Abtheilung des dritten Theiles §. I Art. 26 angegeben ist.

Um ein Beispiel der Berechnung zu geben, werde z. B. die Frage aufgeworfen, wie groß im Durchschnitte die Oberfläche der Einspritzöffnung für gewöhnliche Dampfmaschinen von niederem Druck auf die Pferdekraft sein müsse? Nach dem Beispiele des Art. 241 werden in jeder Minute und auf die Pferdekraft 21 Kubikpalmen oder 21 niederländ. Kannen Wassers = 0,021 niederl. Kubikellen erfordert und deshalb in jeder Sek. 0,00035 nied. Kubikell. Die äußere Luft drückt auf das Wasser, welches den Condensator umgibt, eben so stark, als eine Wassersäule von 10,33 Ellen Höhe, wofür man jedoch 10,7 setzen kann, um auch die Wasserhöhe über der Einspritzöffnung mit in Rechnung zu bringen. Folglich ist die Höhendifferenz zwischen beiden Säulen = 10 Ellen und die Größe h in der oben stehenden Formel ist deshalb = 10.

Wenn die Oberfläche der in Frage stehenden Oeffnung x genannt wird, muß sie, um die Zusammenziehung des Wasserstrahles mit in Rechnung zu bringen, = 0,6 × x gesetzt werden. Strömt nun das Wasser mit einer Geschwindigkeit = $4{,}429 \sqrt{10}$ durch, so ist die eigentliche Geschwindigkeit des Durchströmens

$$= 0{,}6 \times x \cdot 4{,}429 \sqrt{10}.$$

Und weil diese Quantität 0,00035 Kubikellen betragen muß, so entsteht die Gleichung:

$$x \times 0,6 \times 4,429 \sqrt{10} = 0,00035,$$

deren Berechnung ergeben wird, daß x ungefähr = 0,000042 Quadratellen, oder 0,42 Quadratzoll sei, wofür man, um nicht zu wenig zu rechnen, 0,5 oder $\frac{1}{2}$ niederl. Quadratzoll rechnen kann. Für eine Dampfmaschine von 50 Pferdekräften muß also die Einspritzöffnung und folglich auch die Oeffnung des Einspritzhahns nur 25 Quadratzoll Oberfläche haben, d. i. 5 Zoll in's Gevierte für eine quadratische Oeffnung oder für eine solche, die ein längliches Viereck bildet, und ungefähr 5½ Zoll Durchmesser für eine runde Oeffnung.

Die Berechnung wird auf dieselbe Weise ausgeführt, wenn der ursprüngliche Dampfdruck und der Grad der Condensation auch in einem andern Verhältnisse zu einander ständen, als in dem gegebenen Beispiele angenommen worden ist.

244. **Berechnung der Kraft, welche erforderlich ist, um die Luftpumpe in Thätigkeit zu setzen.** Um die Größe dieser Kraft zu berechnen, müssen die Widerstände bestimmt werden, die sowohl bei dem Hub, als bei dem Schub des Pumpenkolbens zu überwinden sind. Wenn die Bewegung der Maschine durch ein Schwungrad, oder durch andere zweckmäßige Mittel regulirt wird, so kann man die halbe Summe der beiden genannten Widerstände als mittlern Widerstand annehmen.

Die Widerstände, welche bei'm Niedergange des Kolbens bestehen, sind folgende:

a) die Reibung des Kolbens;

b) der Widerstand der entbundenen Luft und des unverdichteten Dampfes, und die Kraft, um beide durch die Ventile des Kolbens zu treiben;

c) der Widerstand, den der Kolben dadurch erfährt, daß das Wasser durch die Kolbenventile getrieben wird.

Bei'm Hub des Kolbens besteht

d) der Widerstand der Reibung des Kolbens;

e) die Last des zu hebenden Wassers;

f) der Widerstand der Zusammendrückung der Luft, die bei dem Niedergange des Kolbens durch seine Ventile geströmt ist;

g) der Widerstand der atmosphärischen Luft von dem Augenblick an, wo die Abzugsventile aufgestoßen werden, und der Widerstand von dem Austreiben des Wassers durch eben diese Ventile.

a) Widerstand von Reibung des Kolbens. Die Liderung des Kolbens muß wenigstens so stark anschließen, daß der Druck gegen die Wand des Pumpenstiefels etwas größer ist, als der Druck der Atmosphäre, sonst könnte das Wasser an einigen Stellen durchdringen, während das Abzugsventil geöffnet wäre. Wenn der Durchmesser des Kolbens m Zoll groß ist, so hat der Umfang der Liderung eine Länge von 3,1416 m Zollen, und wenn die Dicke der Liderung $\frac{1}{4}$ des Durchmessers beträgt, so hat sie eine Oberfläche von $0{,}7854\,m^2$ Quadratzollen. Eben so vielen Pfunden muß der Druck zum wenigsten gleich sein, weil die Atmosphäre mit reichlich 1 Pfund auf den Quadratzoll drückt. Setzt man nun die Reibung $= \frac{1}{6}$ des Druckes, so wird der totale Widerstand

$$= \frac{1}{6} \times 0{,}7854\,m^2.$$

Und vergleicht man diesen Widerstand mit der Oberfläche des Kolbens $= 0{,}7854\,m^2$, so wird der Widerstand auf den Quadratzoll

$$= \frac{1}{6} = 0{,}1666 \text{ niederl. Pfunde.}$$

b) Widerstand der entbundenen Luft u. s. w. Die Luft, welche mit dem unverdichteten Dampf im Condensator entbunden worden ist, hat im Durchschnitt eine Spannung, die übereinstimmt mit einem Drucke von 0,07 niederländ. Pfunden auf den Quadratzoll. Aber über dem Kolben ist auch immer eine verdünnte Luft anwesend, wodurch der Widerstand unter dem Kolben auf nicht mehr, als auf 0,03 niederl. Pfunde für den Quadratzoll gesetzt werden kann. Dieser Widerstand findet jedoch nur statt während des kleinsten Zeittheiles des Kolbenzuges; denn da die Luft unter dem Kolben so stark zusammengedrückt ist, daß die Kolbenventile von ihr gehoben werden können, so wird die genannte Luft auch durchstreichen und gleichmäßig über und unter dem Kolben vertheilt werden. Gleichwohl wird einige Kraft erfordert, um die Luft mit der Geschwindigkeit des Kolbens durch die Ventile zu treiben, jedoch ist die hierzu erforderliche Kraft immer gering und wird durchgängig noch nicht 3 Loth auf den Quadratzoll betragen. Man setze sie also auf 2 Loth.

c) Aus den Berechnungen des Art. 231 u. 242 ergibt sich, daß der Rauminhalt der Luftpumpe am größten ist, wenn die Condensation des Dampfes mit Brunnenwasser bewerkstelligt wird, und daß alsdann die Quantität des Condensationswassers oder vielmehr des Wassers, welches bei zwei Kolbenzügen aus dem Condensator kommt, im Durchschnitt $\frac{1}{4}$ des innern Raumes der Luftpumpe muß einnehmen können. Sobald also der Kolben $\frac{3}{4}$ seines Zuges vollbracht hat, muß das Wasser durch die Ventile getrieben werden und zwar mit der Geschwindigkeit, mit welcher der Kolben niedergedrückt wird. Bei der gewöhnlichen Einrichtung der Dampfmaschinen hat der Luftpumpenkolben eine Geschwindigkeit,

welche der halben Geschwindigkeit des Dampfkolbens gleichkommt, und wenn letztere im Durchschnitt 1 niederländische Elle beträgt, so wird die mittlere Geschwindigkeit des Luftpumpenkolbens 0,5 Ellen betragen.

Die Oeffnung der Ventile, welche im vorhergehenden Artikel auf $\frac{1}{2}$ der Oberfläche des Pumpenstiefeldurchschnittes bestimmt worden ist, muß hier, um die Stöße und Zusammenziehungen mit in Rechnung zu bringen, auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ (man nehme lieber $\frac{1}{4}$) gesetzt werden. Wenn deshalb der Kolben mit der Geschwindigkeit von 0,5 Ellen niedersteigt, so muß das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 2 Ellen durch die Ventilöffnungen getrieben werden. Nach den Grundsätzen, welche im fünften Kapitel der zweiten Abtheilung des dritten Theiles §. II Art. 57 entwickelt worden sind, muß diese Geschwindigkeit mitgetheilt werden durch den Druck einer Wassersäule von einer Höhe

$$h = \frac{2^2}{2 \cdot 9{,}81216} = \frac{4}{19{,}624} = \text{beinahe } \tfrac{1}{5} \text{ Elle;}$$

und weil der Druck einer Wassersäule von $\frac{1}{5}$ Elle oder 2 Palmen Höhe 2 niederl. Lothe auf den Quadratzoll beträgt, so muß der Widerstand, den der Kolben bei'm Durchtreiben des Wassers erfährt, beinahe demjenigen gleich sein, den früher die Luft und der unverdichtete Dampf ausgeübt haben.

Während nun der Kolben niedergeht, muß also auf den Quadratzoll überwunden werden ein Widerstand von 0,1666 + 0,02 = 0,187 niederl. Pfunde.

Geht der Kolben empor, so existirt zuerst wiederum der Widerstand der Kolbenreibung = 0,167 niederl. Pfunde auf den niederl. Quadratzoll.

d) zum Andern muß die Last des durchgetriebenen Wassers während des ganzen Kolbenhubes getragen werden. Da die mittlere Quantität dieses Wassers oben = $\frac{1}{4}$ des Inhaltes der Luftpumpe gesetzt worden ist, so hat es über dem Kolben eine Höhe von $\frac{1}{4}$ l, wenn nämlich l die Länge des Kolbenzuges bezeichnet. Ist l gegeben in Ellen, so verursacht die Wassermasse über dem Kolben einen Druck von 0,025 l Pfunden auf den Quadratzoll.

e) Widerstand von der über dem Kolben befindlichen zusammengedrückten Luft. Bei'm Anfange des Kolbenhubes übt die durchgezogene Luft auf die Oberfläche des Wassers und folglich auch auf die Oberfläche des Kolbens einen Druck von wenigstens 0,07 Pfund auf den Quadratzoll aus. Da diese Luft allmälig zusammengedrückt wird und zwar in dem Verhältniß, in welchem der Kolben emporsteigt, so nimmt auch der Druck auf den Kolben stets zu. Ist der Kolben ungefähr bis zu $\frac{3}{4}$ seines Hubes gelangt, so wird das Abzugsventil geöffnet; die äußere Luft drückt nun durch Vermittlung des gehobenen Wassers auf den Kolben und verursacht auf den Quadratzoll einen Widerstand von 1 niederl. Pfund. Vom Anfange der Bewegung bis zu $\frac{3}{4}$ des Kolbenzuges nimmt deshalb der Druck der Luft von 7 Loth bis zu 1 niederl. Pfunde zu. Berechnet man den mittlern Durchschnitt dieser Drucke für $\frac{3}{4}$ des Kolbenhubes, so erhält man wiederum beinahe 2 Unzen auf den Quadratzoll. Während $\frac{3}{4}$ der Zeit beträgt deshalb der mittlere Widerstand 2 Unzen und während des noch übrigen $\frac{1}{4}$ der Zeit beträgt derselbe 1 Pfund; und nimmt man von diesen verschiedenen Widerständen wiederum den mittleren Durchschnitt, so wird man finden, daß sie zusammengenommen eben so viel Kraft in Anspruch nehmen, als ein einzelner mittlerer Widerstand von 4 Unzen auf

den Quadratzoll, die während des ganzen Kolbenzuges überwunden werden müssen.

f) Der Widerstand bei'm Durchtreiben des Wassers durch's Abzugsventil kann angenommen werden zu 2 Loth auf den Quadratzoll, wie oben für den Widerstand vom Durchtreiben des Wassers durch die Kolbenventile angenommen worden ist. Aber weil dieser Widerstand nur erfahren wird während des letzten Viertels des Kolbenzuges, so muß derselbe, wenn man ihn auf den ganzen Kolbenzug vertheilt, nur = $\frac{1}{2}$ Loth auf den Quadratzoll gesetzt werden.

Nimmt man nun wiederum alle diese Widerstände zusammen, so betragen sie bei einem Kolbenhube

$$0{,}167 + 0{,}025\,l + 0{,}4 + 0{,}005 = 0{,}572 + 0{,}025\,l \text{ Pfund.}$$

Aber während der Kolben emporgeht, kommt die entbundene Luft aus dem Condensator wieder unter den Kolben und erzeugt einen Gegendruck von 0,07 Pfund auf den Quadratzoll, so daß der eigentliche Widerstand, welcher bei'm Kolbenhube auf den Quadratzoll überwunden werden muß, betragen wird

$$0{,}502 + 0{,}025\,l \text{ Pfund.}$$

Und nimmt man die Hälfte der Summe der Widerstände, die sowohl bei dem Hub, als wie bei dem Schub des Kolbens zu überwinden sind, so ist der mittlere Widerstand

$$= 0{,}3445 + 0{,}012\,l.$$

Der Zug des Luftpumpenkolbens kann 0,4 bis 1,3 Ellen betragen (wohl zu verstehen bei gewöhnlicher Einrichtung der Maschinen); wegen des geringen Werthes des Ausdruckes $0{,}012\,l$ wird es zu keinem Irrthume führen, wenn für l gesetzt wird der mitt-

lere Werth von 0,7, und mit diesem Werthe kann also der mittlere Widerstand der Luftpumpe angenommen werden zu

0,345 niederl. Pfunden auf den Quadratzoll der Kolbenoberfläche.

Mit diesem Ergebniß ist man im Stande, die absolute Kraft zu berechnen, welche erforderlich ist, um den Luftpumpenkolben in Bewegung zu setzen, sobald nämlich die Art und das Kaliber der Dampfmaschine gegeben sind.

Man nehme z. B. an eine Dampfmaschine von niederem Druck, in welcher der Dampf auf den Kolben einen ursprünglichen Druck ausübt von 1,25 Pfund auf den Quadratzoll (d. h. ohne Abzug der Widerstände), und zu welcher eine Luftpumpe gehört, die einen Durchmesser = $\frac{6}{10}$ des Treibcylinderdurchmessers (Art. 241) und einen Kolbenzug = der Hälfte des Zuges des Dampfkolbens besitzt.

Nennt man den Durchmesser des Dampfkolbens D, so ist der Durchmesser des Luftpumpenkolbens = 0,6 D. Die Oberfläche des Dampfkolbens ist = 0,7854 D^2, und diejenige des Luftpumpenkolbens wird sein 0,36 × 0,7854 D^2; oder nennt man die Oberfläche des Dampfkolbens O, so ist diejenige des Luftpumpenkolbens = 0,36 · O.

Der Dampfdruck auf den Dampfkolben ist = 1,25 · O. Der mittlere Widerstand des Luftpumpenkolbens ist = 0,345 × 0,36 · O = 0,1242 · O.

Da nun der Hebelarm des Dampfkolbens das Doppelte desjenigen beträgt, auf welchen der Widerstand des Luftpumpenkolbens ausgeübt wird, so wird dieser auf den Dampfkolben übertragene Widerstand

$= \frac{1}{2} \cdot 0,1242 \cdot O = 0,0621 \cdot O.$

Und vergleicht man nun diesen Widerstand mit dem ursprünglichen Dampfdrucke, so ergibt sich

daß derselbe $\frac{1}{20}$ der ursprünglichen Kraft ausmacht.

Für besondere Fälle wird jedoch die Berechnung nicht immer ein ähnliches Resultat ergeben, weil hier die Zahlen nur als Durchschnittszahlen genommen sind. Für den Fall, daß der Dampf mit Expansion wirkt, ist der relative Theil der Kraft, die erfordert wird, um die Luftpumpe in Thätigkeit zu setzen, auch kleiner, wie auch in dem Falle, daß die Condensation mit süßem Wasser bewerkstelligt wird; alsdann wird nämlich der genannte Theil nur $\frac{1}{30}$ der ursprünglichen Kraft betragen.

§. V.

Ueber die Dimensionen der Wasserpumpen und über die Kraft, welche erforderlich ist, um sie in Thätigkeit zu setzen.

245. Die Bestimmung der Größe der Kalt- und Warmwasserpumpen ist sehr einfach. Mit der ersten Pumpe muß reichlich soviel Wasser gehoben werden, als zur Verdichtung des benutzten Dampfes erforderlich ist. Die zweite Pumpe muß reichlich so viel Wasser in den Kessel fördern, als in derselben Zeit für den Dienst der Maschine verdampft wird.

In jedem besondern Falle müssen die genannten Quantitäten Wasser, welche zur Condensation des Dampfes und zur Speisung des Kessels nöthig sind, berechnet werden, um die Dimensionen der Pumpen denselben entsprechend feststellen zu können. Diese Quantitäten sind jedoch häufig verschieden, je nachdem man Dampf von niederem, oder von höherem Druck anwendet, und je nachdem derselbe ohne, oder mit Expansion wirken soll. Ein Beispiel für den Fall, wo der Dampf mit niederem Druck und ohne

Ausdehnung wirkt, kann zur allgemeinen Vorschrift der Berechnung für andere Fälle dienen.

Aus Art. 241 ergibt sich, daß die äußerste Quantität des Condensationswassers, welches für jeden doppelten Kolbenzug einer Maschine von niederem Druck und von doppelter Wirkung erforderlich sein kann, gleich ist

33 d^2 l Kubikpalmen, oder

0,033 d^2 l Kubikellen,

wenn nämlich d und l den Durchmesser und den Hub des Dampfkolbens in niederländischen Ellen ausdrücken.

Der Kubikinhalt der Kaltwasserpumpe, soweit nämlich der Lauf ihres Kolbens sich erstreckt, muß deshalb gleich sein 0,033 d^2 l Kubikellen und zwar in der Voraussetzung, daß die Pumpe, — sie sei nun eine Saug- oder eine Druckpumpe, — von einfacher Wirkung sei, und also nur bei dem Aufgang, oder bei dem Niedergange des Kolbens Wasser liefert.

Den Kubikinhalt des Treibcylinders kann man = 0,7854 d^2 l Kubikellen setzen, und vergleicht man diesen Inhalt mit demjenigen der Kaltwasserpumpe, so ergibt sich, daß letztere $\frac{1}{24}$ der ersteren betragen muß. Für lecke Beschaffenheit beim Zurückgehen des Kolbens oder auch im Pumpenherzen braucht nichts in Ansatz gebracht zu werden, da die Quantität des nöthigen Wassers schon reichlich genug angenommen worden ist; aber wenn der Dampfdruck höher ist, als 30 bis 31 Loth auf den Quadratzoll, so muß der größere Kubikinhalt der Kaltwasserpumpe für die nöthige größere Quantität von Condensationswasser besonders berechnet werden.

Es sei der Durchmesser des Pumpenstiefels = x und der Hub des Pumpenkolbens = y, so ist der

Kubikinhalt der Pumpe proportional $x^2 y$, und man muß deshalb haben

$$x^2 y = \frac{1}{24} d^2 l.$$

Ist bei der gewöhnlichen Einrichtung der Maschine die Stange des Pumpenkolbens an die Mitte eines der Arme des Maschinenbaums befestigt, so ist der Hub y = der Hälfte des Dampfkolbenhubes oder $= \frac{1}{2} l$; also ist alsdann

$$x^2 \tfrac{1}{2} l = \tfrac{1}{24} d^2 l \text{ und}$$
$$x^2 = \tfrac{1}{12} d^2;$$

deshalb muß der Durchschnitt des Pumpenstiefels (für den Fall, daß die Pumpe eine Saugpumpe ist) oder der Durchschnitt des Kolbens (für den Fall, daß die Pumpe eine Druckpumpe ist) gleich sein $\frac{1}{12}$ der Oberfläche des Dampfkolbens. Der entsprechende Durchmesser des Pumpenstiefels oder des Kolbens wird hierdurch beinahe $\frac{3}{10}$ des Dampfkolbendurchmessers.

Um in Dampfmaschinen von großem Kaliber zu vermeiden, daß die Kaltwasserpumpe einen zu großen Durchmesser bekomme, wird die Kolbenstange über der Mitte des Armes des Maschinenbaumes angebracht, damit der Kolbenzug größer als $\frac{1}{2} l$ werde. Natürlich verändert sich dann die Oberfläche des Kolbens in einem umgekehrten Verhältnisse. Dasselbe Mittel wird zuweilen angewendet, um die Kolbenoberfläche soviel wie möglich zu verkleinern, damit die Pumpe eine Druckpumpe mit Taucherkolben werden könne. Und da bei kleinern Dampfmaschinen die Kaltwasserpumpe häufig eine Druckpumpe sein muß, so ist der Zug ihres Kolbens auch häufig kleiner, als die Hälfte desjenigen des Dampfkolbens.

Wenn der Durchmesser des Treibcylinders d und der Kolbenhub l (niederl. Ellen) genannt wird,

so ist der Kubikinhalt des Cylinders

$$0{,}7854\ d^2\ l.$$

Für ein ganzes Kolbenspiel beträgt also die Dampfconsumtion:

$$2 \times 0{,}7854\ d^2\ l \text{ Kubikellen;}$$

aber diese Quantität muß um $\frac{2}{10}$ vermehrt werden, um die leeren Räume über und unter dem Kolben in seinen beiden äußersten Ständen, wie auch die Verluste durch Abkühlung und lecke Beschaffenheit in den Röhren u. s. w. in Ansatz zu bringen. Darum sei die erwähnte Quantität

$$= \tfrac{22}{10} \times 0{,}7854\ d^2\ l \text{ Kubikellen.}$$

Hat der Dampf eine ursprüngliche und zugleich auch eine äußerste Spannung von reichlich 31 Loth auf den niederl. Quadratzoll Ueberdruck über den atmosphärischen, so wird 1 Kubikelle Dampf erzeugt aus $\frac{3}{4}$ Kubikpalmen, oder 0,00075 Kubikellen Wasser. Deshalb wird die Quantität des Wassers im Kessel bei jedem Kolbenspiele vermindert um

$$0{,}00075 \times \tfrac{22}{10} \times 0{,}7854\ d^2\ l \text{ Kubikellen.}$$

Die Speisepumpe muß jedoch einen größern Rauminhalt besitzen, als für die Förderung dieses Wassers absolut nothwendig ist, theils um bei lecker Beschaffenheit oder unvollkommener Wirkung nicht zu wenig zu liefern, als auch, um bei Wassermangel im Kessel ihn geschwinder versorgen zu können. Damit bei Maschinen von mittlerem Kaliber die Dimension der Speisepumpe nicht zu klein werde, — was für die unbehinderte Wirkung weniger vortheilhaft und für die dauerhafte Construction weniger wünschenswerth und auch weniger bequem sein würde, — nehme man den Rauminhalt dreimal größer, als streng genommen erforderlich sein sollte und folglich

$= 0,00225 \times \frac{28}{18} \times 0,7854\ d^2\ l$ Kubikellen oder beinahe

$= 0,005 \times 0,7854\ d^2\ l.$

Weil nun 0,7854 $d^2\ l$ der Kubikinhalt des Cylinders ist, so muß 0,005 oder $\frac{1}{200}$ dieses Inhaltes gleich sein dem Inhalte der Warmwasserpumpe. Bei größern Dampfmaschinen ist es ausreichend, das Uebermaas des Rauminhaltes $2\frac{1}{2}$ Mal zu nehmen, und der Inhalt wird dann $= \frac{1}{240}$ bis $\frac{1}{250}$ desjenigen des Dampfcylinders sein. Dieses Maas wird auch genügen für den Fall, wo der Dampfdruck im Kessel nur um 20 bis 24 Loth auf den Quadratzoll höher ist, als der atmosphärische Druck.

Ist nun der Hub des Speisepumpenkolbens z. B. bestimmt auf $\frac{1}{4}$ des Dampfkolbenhubes, so wird die Oberfläche des Kolbendurchschnittes $= \frac{1}{50}$ der Oberfläche des Dampfkolbendurchschnittes, und die Durchmesser dieser Kolben werden sich verhalten wie 50 zu 7.

Bei Maschinen von großem Kaliber kann die Speisepumpe recht gut eine Druckpumpe von doppelter Wirkung sein. Ihr Rauminhalt sei alsdann $= \frac{1}{460}$ des Cylinderinhaltes, und wenn der Hub ihres Kolbens $= \frac{1}{4}$ des Dampfkolbenhubes ist, so wird alsdann das Verhältniß der oben genannten Durchmesser wie 100 zu 9 sein. Und dieses Verhältniß kann auch angenommen werden, wenn die Maschine von einfacher Wirkung ist.

Für andere Fälle, besonders wenn der Dampf mit höherem Druck wirkt, muß die Dimension der Speisepumpe durch besondere, jedoch immer ähnliche Berechnungen bestimmt werden.

Wenn die Durchmesser der Pumpenstiefel oder Kolben und die Extension der Bewegung dieser letztern festgesetzt sind, so kann die Bestimmung der

Länge der Pumpenstiefel, der Länge und Weite der Saugröhren, der Ventilöffnungen in den Kolben und in den Pumpenherzen genau den Vorschriften entsprechend bestimmt werden, welche im ersten Kapitel der zweiten Abtheilung des dritten Theiles §. V, VI und VII gegeben worden sind. Man mache deshalb die Pumpenstiefel um so viel länger, als den Kolbenzug, daß die Ventile im Herzen ungehindert sich heben können, und wie es ferner mit der besondern Einrichtung der Pumpe sonst übereinstimmt. Die Weite der Saugröhren braucht man häufig nicht kleiner zu nehmen, als diejenige der Pumpenstiefel. Die Oeffnung der verschiedenen Ventile bestimme man so geräumig als möglich und wenigstens gleich der halben Oberfläche des Durchschnittes der Pumpe oder der Zuleitungsröhren. Die Liderungen der Kolben endlich, oder die Extension derselben in den Stopfbüchsen, mache man mehr oder weniger dick, je nachdem die Pumpenstiefel eine größere oder geringere Weite haben, und es wird im Durchschnitt eine Dicke derselben ausreichend sein, die etwa der Weite der Stiefel gleichkommt.

246. Wenn man bei der Bestimmung der Kraft, die erforderlich ist, um die Kalt- und Warmwasserpumpe in Thätigkeit zu setzen, alle besondern Umstände in Ansatz bringen will, so muß man zur Grundlage die Formeln annehmen, welche im dritten Theile (im fünften Kapitel der zweiten Abtheilung §. II Art. 58) entwickelt sind. Man muß alsdann jedoch für jeden besondern Fall die richtige Länge und Weite der verschiedenen Röhren oder Stiefel u. s. w. kennen, und weil diese, da sie von dem besondern Grade des Dampfdruckes und von örtlichen Umständen und dergl. abhängen, nicht auf eine allgemeine Weise angegeben werden können, so ist auch

die **allgemeine** Bestimmung des hier gedachten **richtigen** proportionalen Theiles der Triebkraft nicht wohl möglich. Aber die genannten Pumpen sind meistentheils von weniger großen Dimensionen, so daß eine ängstliche Berechnung des genauen Betrages der Widerstände, welche sie verursachen, nicht erfordert wird, und für Durchschnittswerthe wird dann die nachfolgende Schätzung genügend sein.

Wenn man annimmt, daß die mittlere Entfernung von der Oberfläche der Wasseransammlung, aus welcher das Verdichtungswasser gepumpt werden soll, bis zu dem Punkte, wo es in die Kaltwassercysterne ergossen wird, 3 Ellen beträgt, so muß bei jedem Kolbenspiele so zu sagen eine Wassersäule von 3 Ellen Höhe und einer Basis, die der Oberfläche des Durchschnittes des Pumpenkolbens gleich ist, translocirt werden. Vertheilt man diese Last auf die beiden einzelnen Kolbenzüge, so wird der Widerstand demjenigen einer Wassersäule von $1\frac{1}{2}$ Elle Höhe gleich. Nun mag man annehmen, daß die Widerstände der Kolbenreibung und des emporsteigenden Wassers, die Widerstände der Ventile u. s. w. beinahe so viel betragen können, daß durch dieselben die Last verdoppelt wird; und bei jedem Kolbenzuge wird dann der Widerstand einer Wassersäule von 3 Ellen Höhe, folglich ein Widerstand von 3 Unzen auf den Quadratzoll, überwunden werden müssen.

Bei einer gewöhnlichen Dampfmaschine von niederem Druck hat der Kolben der Kaltwasserpumpe eine Oberfläche, die im Durchschnitt $= \frac{1}{12}$ der Dampfkolbenoberfläche (siehe oben Art. 245) d. i. $= \frac{1}{12}$ O ist. Die Last auf dem Wasserkolben ist also $= \frac{1}{40}$ O niederl. Pfunde. Ist ferner die Kolbenstange in der Mitte des entsprechenden Armes des Maschinenbaumes befestigt, so wird die auf den Dampfkolben übergetragene Last $= \frac{1}{80}$ O. Hat

endlich der Dampf im Cylinder eine äußerste totale Spannung von 1,25 Pfund auf den niederl. Quadratzoll, so ist der totale ursprüngliche Druck auf den Dampfkolben = 1,25 O, und die Kraft, die erfordert wird, um die Kaltwasserpumpe in Thätigkeit zu setzen, wird bei der angenommenen Voraussetzung nur den hundertsten Theil der ursprünglichen Kraft betragen.

Ist die Speisepumpe eine Druckpumpe, so wird der größte Widerstand empfunden beim Niedergange des Kolbens, und dieser Widerstand wird um so größer sein, je höher der Dampfdruck ist. Bei niederem Dampfdruck gewährt der Dampf im Kessel einen Widerstand von 32 Loth auf den Quadratzoll Ueberdruck über den atmosphärischen; alsdann besteht zum wenigsten ein Widerstand von 0,32 Pfund für jeden Quadratzoll der unteren Fläche des Kolbens. Muß das Wasser in den Sammelbehälter einer Speiseröhre gehoben werden (und wird es deshalb nicht unmittelbar in den Kessel getrieben), und hat der Kessel einen hohen Stand, so kann dieser Widerstand wohl 0,5 Pfund betragen. Hierzu kommen nun noch die Widerstände der Reibung des Wassers in den Steigröhren, — diejenigen der Reibung des Kolbens, — diejenigen der Zusammenziehung beim Durchströmen durch die Ventilöffnungen u. s. w., — und diese sämmtlichen Widerstände können den totalen Widerstand wohl auf 0,8 Pfund steigern. Man rechnet deshalb für einen mittleren Werth nicht zu viel, wenn man den Widerstand von 0,8, vertheilt auf die beiden Kolbenzüge, = 0,4 Pfund auf den Quadratzoll annimmt und dieses sowohl beim Hub als beim Schub des Kolbens.

Setzt man die obere Fläche des Durchschnittes des Pumpenkolbens = $\frac{1}{50}$ der Oberfläche des Dampfkolbens und den Kolbenzug = $\frac{1}{4}$ desjenigen des

Dampfkolbens, so wird man, wenn man so wie oben rechnet, finden, daß für die regelmäßige Wirkung der Speisepumpe im Durchschnitt erfordert wird $\frac{3}{100}$ der totalen ursprünglichen Kraft, was also ein unbedeutender Theil ist. Wirkt der Dampf mit höherem Druck, so wird für den Gang der Speisepumpe natürlich eine größere Kraft erfordert; bei einem ursprünglichen Druck von 5 Atmosphären kann z. B. $\frac{1}{10}$ der Kraft dazu nöthig sein.

Nachtrag.

Einige Erläuterungen über das gegenwärtige im Königreich der Niederlande bestehende Maas- und Gewichtssystem.

Durch ein Gesetz vom 21. August 1816 und den königl. Beschluß vom 29. März 1817 ward für das Königreich der Niederlande ein neues Maas- und Gewichtssystem verordnet. Es ist das französische metrische; nur sind statt der französischen lauter holländische Benennungen angenommen. Die Gewichte und die Längemaase wurden vermöge königl. Beschlusses vom 8. November 1820 zuerst eingeführt und zwar vom 1. Januar 1821 an.

Längenmaas. Der Kilometer heißt Mijl (Meile); der Dekameter heißt Roede (Ruthe); der Meter heißt El (Elle) und ist die Grundlage des Längenmaases; der Decimeter heißt Palm (Handbreit); der Centimeter heißt Duim (Daum, Zoll); der Millimeter heißt Streep (Linie).

Die El = 10 Palm; die Palm = 10 Duimen; der Duim = 10 Streepen.

Flächenmaas. Die Roede = 10 Ellen oder 100 Palmen oder 1000 Duimen; folglich die Quadrat-Roede (der Quadrat-Dekameter oder die Are)

= 100 Quadrat-Ellen oder 10,000 Quadrat-Palmen oder 1,000,000 Quadrat-Duimen. Das Bunder (die Hektare) = 100 Quadrat-Roeden oder 10,000 Quadrat-Ellen.

Flüssigkeitsmaas. Der Hektoliter heißt Vat (Faß); der Liter heißt Kan (Kanne); der Deciliter heißt Maatje (Glas); der Centiliter heißt Vingerhoed (Fingerhut). Das Vat hat 100 Kannen; die Kan hat 10 Maatjes; das Maatje hat 10 Vingerhoed.

Gewicht. Das Kilogramm heißt Pond (Pfund); das Hektogramm heißt Once (Unze); das Dekagramm heißt Lood (Loth); das Gramm heißt Wigtje (Engels); das Decigramm heißt Korrel (Gran). Das niederländische Pond hat 10 niederl. Oncen oder 100 niederl. Loden oder 1000 niederl. Wigtjes; die Once hat 10 Loden; das Lood hat 10 Wigtjes; das Wigtje hat 10 Korrels. Das Korrel wird noch in Zehntel-Korrel (Centigramme) und in Hundertel-Korrel (Milligramme) unterabgetheilt.

Beim Verleger dieses Werks ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

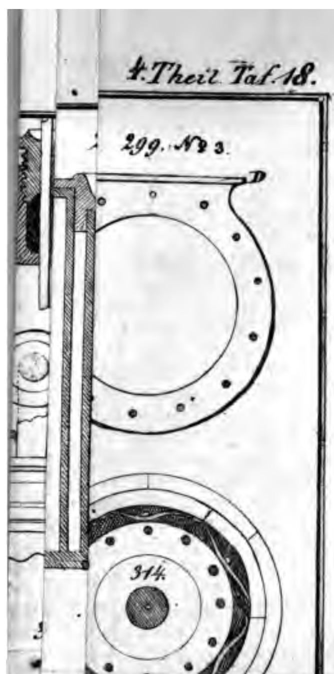
M. Wölfer, gemeinnütziges mathematisch-technisches Taschenbuch. Enthaltend: eine gründliche Anweisung zur Arithmetik, Geometrie und Mechanik, zum Mühlen- und Wehrbau und zur Mühlen-Architektur, zum Nivelliren mit einer neu erfundenen und zweckmäßigen Wasserwaage und Geschwind-Messung und Berechnung der Wasser-Quantität in den Mühlengräben, zum Ufer- und Dammbau, zur Regulirung d. Flüsse und Mühlengräben, und zur Entwässerung und Urbarmachung sumpfiger und vom Wasser zerrissener Wiesen, Torf-, Rieth- und Vieh-Triften. Zum Selbstunterricht für Juristen, Cameralisten, Forstmänner, Oekonomen, Gärtner, Müller, Mühlen-Geschirrbauer und andere Maschinisten, für Künstler, Bauhandwerker und Pionire; so wie auch zum Gebrauche für Militär-, Kunst- und Bauhandwerks-Schulen. 38 Bogen. Mit 10 lithogr. Tafeln. 8. 2 Rthl. oder 3 fl. 36 kr.

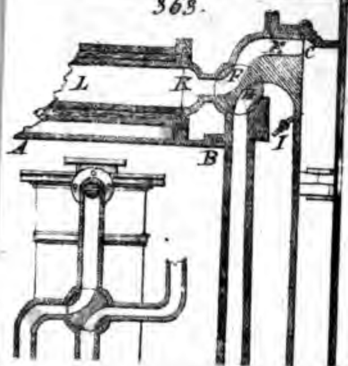
Diese reichhaltige und verhältnißmäßig so wohlfeile Schrift bildet eine kleine praktische Encyclopädie der mathematisch-technischen Wissenschaften, und ist den auf dem Titel genannten Ständen, besonders aber den Bauhandwerksschulen unentbehrlich. Es sind zwar bisher viele Schriften ähnlicher Tendenz erschienen, wobei jedoch immer schon theoretische Vorkenntnisse und praktische Handgriffe vorausgesetzt werden, die man vom gewöhnlichen Bauhandwerker, Gesellen und Lehrling nicht verlangen kann. Am unverständlichsten darin ist ihnen die unerklärte arithmetische Formelsprache. Der Verfasser, welcher seit einer Reihe von Jahren die Werkstätten der Künstler und Handwerker selbst durchwandert und seinen Händen und Augen die technischen Arbeiten in der Ausführung selbst angeeignet hat, hat sich daher bemüht, durch Deutlichkeit, Beispiele, Abbildungen und Einfachheit von den Anfangsgründen an bis zur Ausführung allgemein praktisch verständlich zu sein. Seine Schrift vereinigt eigentlich 5 verschiedene Abtheilungen, die hier auf einmal geliefert werden. Davon beschäftigt sich die I. Abtheilung mit der Arithmetik und zwar vom Zählen an bis dahin, wo sie in den mathematisch-technischen Künsten angewendet wird. II. Ab-

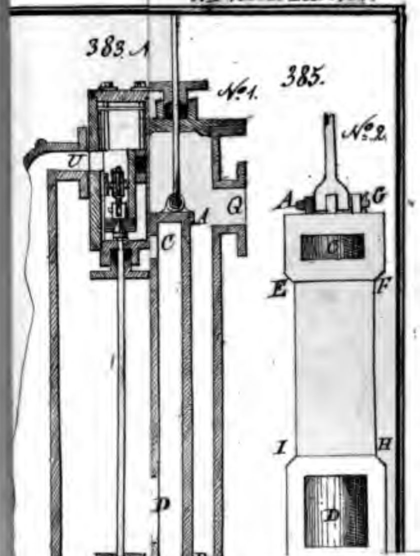
theilung Geometrie und Stereometrie, auch dem ganz Unerfahrenen durch dargelegte Beweise verständlich. III. Abtheilung die Mechanik und die Anwendung der einfachen Maschinen, als Hebel, Rad, Kloben, schiefe Fläche, Schraube, Keil 2c., als die Potenzen aller zusammengesetzten Maschinen. IV. Abtheilung der Wasser-, Mühlen- und Wehrbau, so wie auch die Mühlen-Architektur, besonders für Müller populär und nutzbar, nebst sehr wesentlichen Winken bei Mühlenprozessen, für Justizbehörden. V. Abtheilung der Ufer- und Dammbau, wie auch Regulirung der Flüsse und Entwässerung und Urbarmachung sumpfiger und vom Wasser zerrissener Wiesen, Torfriethe und Viehtriften, vorzüglich als Leitfaden für Cameralisten, Forstmänner und Oekonomie-Beamte; kurz dieses Buch handelt alle Gegenstände ab, welche nur in ökonomisch-juristisch-politischer Hinsicht vorkommen können, und ist daher auch Staats- und Geschäftsmännern sehr zu empfehlen.

Thon, Dr. Th., Lehrbuch der Reißkunst od. der wahren Grundsätze der Zeichnenwissenschaft. Eine theoretisch-praktische Anweisung, n. sichern Regeln das Zeichnen, sowohl mit Lineal und Zirkel, als auch aus freier Hand nach Musterzeichnungen, besonders aber nach der Natur, schnell und vollkommen auch ohne Lehrer zu erlernen. Ein unentbehrlicher Leitfaden für alle, welche im Erlernen des Zeichnens bald Fortschritte machen wollen, namentlich für Architecten, Bildhauer, Maler, mechanische Künstler, vorzüglich aber für Handwerker. Frei nach dem Französischen bearbeitet. 12 Bogen und Atlas in 26 Median-Quartblättern. 1½ Rthl. oder 2 fl. 42 kr.

Nicht ein gewöhnliches Zeichnenbuch, sondern der Kern der goldnen Lehren, durch welche die vortrefflichsten aller Maler, ein Raphael, Michel Angelo 2c. zu so großen Meistern wurden. Wer die leicht faßlichen Grundsätze, welche dieses Werk aufs Deutlichste darlegt, inne hat, dem muß der Zeichnengriffel gehorchen, wie dem erfahrenen Steuermann das Schiff, die hellste Sonne zeigt die Bahn, die zu verfolgen, und die Uebung der Hand, sonst beim Zeichnen das Schwierigste — erscheint hier fast als Nebensache. Was aber besonders bemerkt werden muß, ist, daß das Werk dem Handwerker eben so willkommen und belehrend als d. eigentl. Zeichnenkünstler sein wird.


4. Theil. Taf. 18.
299. № 3.
D
314.


4 Theil. Taf. 20.
363.
L
K
F
H
C
A
B
I



383. A
No. 1.
385.
No. 2.
U
A
C
Q
A
G
C
E
F
I
H
D
D
D

Theil. Taf. 23.

